



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA
Sede Regional del Norte
Recinto Universitario Augusto C. Sandino

**TRABAJO MONOGRÁFICO PARA OPTAR AL TÍTULO DE
INGENIERO AGROINDUSTRIAL**

**Í FORMULACIÓN Y VALIDACIÓN DE LA PULPA DE CAFÉ ENSILADA
CON LACTOFERMENTOS, PARA LA PREPARACIÓN DE UN
COMPLEMENTO ALIMENTICIO PARA PORCINOS**

Autores

Br. Naxon Atahualpa Rodríguez Valle
Br. Freidy Martín Salinas López

Tutora

M. Sc. Alba Veranay Díaz Corrales

Asesores

M. Sc. Luis María Dicovski Riobóo
M.Sc. Sandra Blandón Navarro

Estelí, Junio 2014

DEDICATORIA

A Dios principalmente, por ser quien nos da la fortaleza y la dirección para seguir en el camino correcto en el cual debemos permanecer para culminar nuestras metas.

A nuestros padres que nos han apoyado siempre a pesar de las dificultades, a quienes agradecemos por sus enormes sacrificios para hacernos personas de bien.

A nuestros tutores que con sus conocimientos nos han orientado para culminar este proyecto de investigación.

AGRADECIMIENTOS

A nuestros padres, hermanos y amigos que sin su ayuda no podríamos haber alcanzado esta nueva meta.

A los profesores de la UNI Sede Regional del Norte quienes han estado a la expectativa de nuestra formación profesional, y a quienes debemos gran parte de nuestros conocimientos.

Especialmente agradecemos a los profesores M. Sc. Sandra Blandón Navarro, M. Sc. Alba Díaz Corrales y M. Sc. Luis Dicovski por sus amplios aportes de sus conocimientos en el tema de investigación y su constante motivación.

Extendemos nuestros más eternos agradecimientos a la Universidad la cual con sus amplios y actualizados métodos de enseñanza nos ha envuelto en la labor investigativa, con objeto de prepararnos ante un amplio campo competitivo.

A FUNICA y a PNUD les agradecemos su valioso respaldo económico y moral para la realización de la etapa experimental de la validación de la pulpa de café.

RESUMEN

En la investigación ~~Formulación y validación~~ de la pulpa de café ensilada con lactofermentos para la preparación de un complemento alimenticio para porcinos~~+~~, se planteó evaluar la pulpa de café ensilada como un alimento no tradicional en el proceso de alimentación de porcinos, valorando el nivel de consumo y aceptabilidad del producto combinado con concentrado comercial.

La planificación de la fase experimental se realizó utilizando la metodología de cuadro latino, con cuatro cerdos de raza criolla "casco de mula" y sexo (hembras) en la etapa de engorde, los cuales fueron ubicados en una granja ubicada en la comunidad el Naranjo del departamento de Estelí, donde se construyó el comedero tomando en cuenta las características adecuadas para recolectar las excretas y los restos de comida correspondientes de cada porcino, la etapa experimental se llevó a cabo en el periodo correspondiente del mes de febrero a mayo del año 2013.

La investigación inició con la preparación del ensilaje de pulpa de café, utilizandocomo materias primas 92.5%pulpa fresca, melaza 5% y 2.5% lactofermento, para su posterior fermentación anaeróbica.

Se determinó en el estudio que se puede utilizar pulpa de café ensilada para la alimentación de cerdos, ya que se obtuvo un valor mayor al 70% en digestibilidad, sin embargo este producto no puede suplir las demandas nutricionales que el concentrado comercial aporta en la etapa de engorde, por lo que se recomienda como complemento alimenticio hasta en un 15 % con concentrado comercial para cerdos, debido a que pueden adaptarse

perfectamente al consumo de la pulpa sin generar efectos negativos en su sistema digestivo.

En las formulaciones de alimentación 5% pulpa ensilada, 10% pulpa ensilada y 15% pulpa ensilada, no se evidenciaron diferencias significativas durante el proceso de crecimiento y engorde, sin embargo la tendencia es a disminuir el peso en un promedio del 15% con el incremento del porcentaje de ensilaje de la pulpa de café en la alimentación de los porcinos. Los mejores resultados de ganancia de peso en los porcinos en estudio se obtuvieron en el tratamiento en el cual solamente se le proporcionó concentrado comercial de crecimiento.

El costo de producción de 1 quintal de pulpa de café ensilada es de 272.7 córdobas netos aproximadamente, siendo este menor a un quintal de concentrado que tiene un costo de C\$600.00 córdobas, teniendo los productores de café una alternativa para procesar la pulpa de café mediante el ensilaje y brindarla como complemento alimenticio para aquellas fincas que tengan crianza de cerdos o las personas que desean intentar alimentar a cerdos con complementos alimenticios más baratos que el concentrado comercial.

También es una alternativa tecnológica para los productores de café que no dan ningún tratamiento a la pulpa de café y que cuentan con granjas porcinas para la alimentación en épocas de escasez de alimentos.

Palabras claves: ensilaje de pulpa de café, porcinos, suplemento alimenticio, pulpa de café, digestibilidad aparente.

INDICE DE CONTENIDO

I. INTRODUCCIÓN.....	1
II. ANTECEDENTES	3
III. JUSTIFICACIÓN	6
IV. OBJETIVOS	8
4.1. Objetivo general	8
4.2. Objetivos específicos	8
V. MARCO TEÓRICO.....	9
5.1. Generalidades de la Pulpa de Café.....	9
5.2. Ensilaje de pulpa de café	10
5.3. Usos potenciales de la pulpa de café.....	12
5.3.1. Abono orgánico a partir de la pulpa de café.....	15
5.3.2. Pulpa como combustible.....	16
5.4. Sustancias Presentes en la Pulpa de Café	16
5.4.1. Cafeína.....	17
5.4.2. Fenoles libres.....	17
5.4.3. Taninos.....	18
5.5. Porcinos	19
5.6. Necesidades nutricionales	19
5.6.1. Proteínas.....	20
5.6.2. Energía.....	21
5.6.3. Minerales.....	22
5.6.4. Vitaminas.....	22

5.7.	Proceso metabólico en el tracto digestivo de los cerdos.....	24
5.8.	Diseño experimental a través de un cuadrado latino.....	26
5.9.	Análisis de costos.....	28
VI.	DISEÑO METODOLÓGICO	30
6.1.	Ubicación del Estudio.....	30
6.2.	Tipo de Investigación	31
6.3.	Diseño experimental.....	31
5.4	. Actividades por Objetivos.....	33
5.5	Análisis y procesamiento de datos	45
VII.	PRESENTACIÓN Y ANÁLISIS DE RESULTADOS.....	46
VIII.	CONCLUSIONES	63
IX.	RECOMENDACIONES.....	66
X.	BIBLIOGRAFÍA.....	67

INDICE DE TABLAS

Tabla No.1. Composición química (%) de la pulpa de café ensilada a 120 días...	11
Tabla No.2. Propiedades nutricionales del ensilaje de la pulpa	12
Tabla No.. 3: Requerimientos nutritivos del cerdo	20
Tabla No. 4: Diseño de cuadro latino de la fase experimental.....	32
Tabla No. 5. Componentes del Yogurt Natural en 150 gramos.....	35
Tabla No 6: Materias primas e insumos utilizados para elaboración del ensilaje.	36
Tabla No 7: Cuadro de certitud metodológica.....	42
Tabla No 8: Materiales e insumos utilizados en la preparación del ensilaje de pulpa de café.	44
Tabla No 9: Porcentajes de pulpa ensilada proporcionada a cada porcino, en la fase experimental.....	48
Tabla No 10: Datos promedio por mes de consumo y rechazo	49
Tabla No 11: Análisis de Varianza de la digestibilidad y heces	52
Tabla No 12: Análisis de diferencias entre los tratamiento & heces fecales obtenidas	52
Tabla No 13: Análisis de diferencias entre los tratamiento & digestibilidad	53
Tabla No. 14: Análisis de varianza aumento de peso	55
Tabla No. 15: Análisis de incidencia de tratamiento & peso	55
Tabla No. 16: Costos de materiales para la producción de la pulpa de café ensilada.	58
Tabla No.17: Mano de obra	59
Tabla No.18: Costos de materia prima e insumospara la elaboración semanal de pulpa ensilada.	60
Tabla No. 19: Depreciación de equipos y materiales utilizados en la elaboración del ensilaje de pulpa de café.....	61

INDICE DE FIGURAS

Figura No.1: Ubicación geográfica comunidad el Naranjo.....	30
Figura No. 2: Construcción de espacio físico para ubicación de los cerdos..	31
Figura No.3: Recolección de pulpa de café fresca en el la comunidad el Volcán.....	34
Figura No 4: Muestra de pulpa de café ensilada	37
Figura No. 5: Espacio físico donde se ubicaron los cerdos	38
Figura No. 6: Pesaje de los cerdos.....	41
Figura No.7: Heces totales por tratamiento	53
Figura No.8: Porcentaje de digestibilidad aparente por tratamiento	54
Figura No.9: Incremento de peso de acuerdo a los tratamientos empleados.	56

I. INTRODUCCIÓN

En los países productores de café, los residuos y subproductos del beneficio del café constituyen una fuente de grave contaminación y por ende, son causantes de problemas al medio ambiente, por este motivo desde mediados del siglo pasado se ha tratado de innovar métodos para utilizarlos como materia prima para la producción de abonos orgánicos, alimentos para animales, biogás, enzimas pépticas, entre otros. (Rathinavelu & Graziosi, 2005).

Durante el proceso de beneficio húmedo de café se genera la pulpa, que al ser ensilada preserva sus características nutrimentales, tomando relevancia en el proceso de alimentación de animales. En países tropicales alcanza un valor significativo en el manejo intensivo de ganado bovino, el uso de esta pulpa de café puede alcanzar entre 20 y 30% en las raciones (Vitto, Ciria, Bonilla, & Acenjo, 1987).

Existen en la actualidad, alternativas que permiten controlar el efecto tóxico de la pulpa que proviene del beneficio del grano de café cuando es vertido al medio ambiente, un proceso que ofrece perspectivas de poder ser aplicado es el ensilaje. Este método es una tecnología simple para manipular y dar un tratamiento a la misma la cual se produce en los beneficios húmedos en Nicaragua. Estas técnicas permiten preservar y almacenar la pulpa, manteniendo su valor nutritivo mientras se opta por un procesamiento (Noriega, Silva & Garcia, 2008)

A partir de los fundamentos mencionados anteriormente se planteó el presente estudio *Validación de la pulpa de café ensilada con lacto fermentos, para la preparación de un complemento alimenticio para porcinos* el cual se realizó en una granja construida en la comunidad el naranjo, con espacios divididos para cada cerdo con el objetivo de no mezclar las heces y los restos de comida para obtener datos más eficientes.

Este estudio se ejecutó con la finalidad de contribuir a generar tecnologías que puedan ser utilizadas por los productores de café y de granjas de cerdos y con su implementación la reducción de los efectos ambientales que produce este desecho sólido.

En el presente documento se describe la metodología aplicada y los resultados que se obtuvieron en la investigación, la cual se realizó contando con apoyo financiero de la Fundación para el Desarrollo Tecnológico Agropecuario y Forestal de Nicaragua (FUNICA) y el Programa de las Naciones Unidas para el desarrollo (PNUD).

II. ANTECEDENTES

En el proceso de revisión bibliográfica, para efecto de la presente investigación en el plano internacional, se encontró que en Venezuela se ha trabajado en la producción y caracterización de la pulpa de café ensilada, como medio para contrarrestar el impacto medioambiental, así como una alternativa para la alimentación de varias especies animales, como son ovinos, bovinos, avícolas, porcinos, entre otras especies (Bautista, 1999).

Por otra parte, en Italia se han hecho estudios acerca de los posibles usos alternativos de los residuos y subproductos del café, donde se llega a la conclusión que la pulpa de café es válida para producción de ensilaje, contribuyendo a reducir los costos de producción de leche y carne, especialmente en los países en desarrollo, destacando que la pulpa del café puede reemplazar hasta un 20% de los concentrados comerciales en la alimentación del ganado lechero, sin efectos perjudiciales y con un ahorro del 30% en alimentación. Los resultados generales de los estudios de alimentación realizados con cerdos indicaron que el grano de cereales puede ser sustituido por pulpa deshidratada de café en hasta un 16% de la ración total, sin ningún efecto perjudicial con respecto al aumento de peso o a la conversión del pienso. Eso significa que al final del período establecido, cada cerdo criado ha dejado cerca de 50 kg de grano de cereales disponible para consumo humano u otros usos alternativos. En los cerdos alimentados con raciones que contenían hasta un 15% de pulpa de café ensilada con un 5% de melaza se observó un aumento de peso igual o mejor que en los alimentados con concentrados comerciales. (Grazios, Rathinavelu, & Giorgio, 2005)

Otros experimentos se hicieron con peces, pollos, corderos y conejos. En esos estudios de alimentación se determinó el aumento diario del peso corporal y se midió la materia seca y la eficiencia de conversión del alimento. Según (Recinos, 1973) en El Salvador se ha analizado que el uso de pulpa de café es económicamente factible en situaciones de carencia de forrajes en la alimentación de novillos de engorde, sin embargo, en este estudio se demostró que la pulpa tiene un efecto negativo sobre el consumo de alimento y sobre la ganancia diaria de peso si se mezcla algún tipo de proteína.

De manera general de acuerdo a (Rodríguez, 2009) se brindan alternativas que contribuyen buen estado del medio ambiente, entre ellas se encuentran: el de dar uso eficiente a los subproductos generados en el beneficio húmedo ya que existe la posibilidad de generar energía a través de biogás. Además plantean la producción de etanol a partir de pulpa fresca y de primera prensada, en la cual obtiene un resultado de 41.47 ml/L de etanol por cada libra de materia prima utilizada y una concentración de sustrato de 97.74%, como también se encontró una calidad calorífica en el producto obtenido de 1.24 MJ/KG.

En relación a Nicaragua, muchas instituciones, como FUNICA, MARENA, UNICAFE, UNI, entre otros han realizado exhaustivas investigaciones en el rubro cafetalero, lo cual hace referencia al aprovechamiento de los subproductos que se generan en el beneficiado húmedo de café con proyectos que están estrechamente vinculados con la disposición de la pulpa del café para la ingesta animal (Molina Gómez, 1999).

La Universidad Nacional de Ingeniería con su sede en Estelí junto al apoyo de FUNICA, ejecutaron un proyecto que consistía en la Validación de ensilaje elaborado a partir de Pulpa de Café como una alternativa de alimentación de ganado lechero en dos etapas de experimentación, donde se destacan conclusiones alentadoras como: Después de nueve meses de ensilaje y comparando dos tratamientos, la pulpa de café y el concentrado comercial se demostró que no hay diferencia significativa entre los tratamientos. Por lo que la pulpa de café puede sustituir el concentrado comercial (16% de proteínas) en la dieta del ganado lechero+(Chavarría, Blandón, & Torres, 2012). Además describen como este producto es más barato de producir que la mayoría de concentrados comerciales para ganado lechero, sin embargo estos investigadores recomiendan que se haga un estudio más extenso a cerca del ensilaje de la pulpa de café combinada con otros aditivos (recursos locales como humus, suero lácteo, sémola y melaza) y determinar si se logran disminuir los periodos de ensilaje y si hay descensos mayores en los niveles de cafeína (Chavarría, Blandón, & Torres, 2012).

Los estudios más recientes en la zona norte de Nicaragua han sido dirigidos por organizaciones como FUNICA, la Asociación de Cooperativas de Pequeños Productores de Café de Nicaragua (CAFENICA), y universidades como la Universidad Nacional Agraria (UNA), Universidad Católica Agropecuaria del Trópico Seco (UCATSE), la Universidad Nacional de Ingeniería sede Estelí (UNI-RUACS) . Esto indica que los estudios relacionados al uso de pulpa de café (en algunos casos lacto fermentos) todavía siguen sometidos a más investigaciones por eso se ha decidido realizar el estudio de forma específica en la elaboración de ensilaje para la alimentación de cerdos.

III. JUSTIFICACIÓN

Según (Ramírez 1999), la pulpa de café es el primer subproducto que se obtiene del procesamiento húmedo de las cerezas de café y constituye alrededor del 40% del peso de la fruta entera.

Según FUNIDES (Fundación Nicaragüense para el desarrollo económico y social) una producción estimada de café en Nicaragua durante el período 2011- 2012 fue de 2.2 millones de Quintales, lo que significa que se generan más 100,000.00 quintales de pulpa de café para los cuales se necesitan proponer alternativas de aprovechamiento y reducir los impactos ambientales generados por dicho residuo.

Por otra parte, este subproducto del beneficio del café es uno de los mayores contaminantes de las fuentes de agua. En un diagnóstico realizado por (Blandón, Díaz, & Dicovski, 2009), se encuestó a productores del norte de Nicaragua y se determinó que el 85% de ellos aprovecha la pulpa para abono, el resto no le da ningún uso. Esto sugiere que en el país hubo disponibilidad de aprovechar un potencial aproximado de 30,791.38 quintales de este residuo en ese periodo de producción.

Entre las aplicaciones que se le han dado a la pulpa de café se encuentra su empleo como combustible, ensilajes para ganado o en la fermentación de composta, retomando que la pulpa de café es rica en nutrimentos pero también contiene compuestos como la cafeína, los taninos y polifenoles lo que impide su uso intensivo en la alimentación para animales por sus características anti nutricionales y anti fisiológicas (Prado, 2011). Ante esta

perspectiva se centraliza la validación de ensilaje de la pulpa para valorar el nivel de consumo y aceptabilidad del producto en los porcinos.

La presentación de alternativas en dicha investigación para el uso de la pulpa de café resulta relevante debido a que las cargas de contaminación de dicho subproducto son muy significativas.

Tomando en cuenta lo planteado por (Ramírez 1999) de que la producción de pulpa de café ensilada con melaza al 5% más inóculo o lactofermento (bacterias ácido lácticas) son los únicos tratamientos que merecen ser tomados en cuenta para hacer pruebas nutricionales en animales, y el aumento en los precios de los ingredientes que comúnmente son utilizados en la alimentación se propone la presente investigación “Validación de la pulpa de café ensilada con lacto fermentos para la preparación de complemento alimenticio para porcinos”.

Por tal razón se decide realizar un estudio que valide el uso potencial de la pulpa de café como alternativa para la alimentación de porcinos, a fin de disponer de un complemento alimenticio cuyo costo de producción sea relativamente bajo y beneficie directamente a los productores.

El propósito de la investigación fue validar una tecnología para el aprovechamiento de los desechos sólidos que se originan en el beneficio húmedo del café, y con su implementación posterior reducir la contaminación superficial generada al suelo y de las fuentes acuíferas beneficiando al productor y al medio ambiente.

IV. OBJETIVOS

4.1. Objetivo general

- Validar el ensilaje elaborado a partir de pulpa de café como una alternativa de complemento alimenticio para porcinos.

4.2. Objetivos específicos

- Formular un complemento alimenticio para la alimentación de porcinos a partir de la pulpa de café.
- Valorar el nivel de consumo y digestibilidad del producto en porcinos.
- Determinar el efecto del ensilaje de la pulpa de café en ganancia de peso sobre la alimentación de los cerdos.
- Determinar los costos de producción del ensilaje de pulpa de café.

V. MARCO TEÓRICO

En este capítulo se plantean los fundamentos teóricos que sustentan la presente investigación, se presentan en dicho acápite los usos potenciales de la pulpa de café, las necesidades básicas de alimentación de los cerdos, entre otros.

5.1. Generalidades de la Pulpa de Café

La pulpa de café es el principal producto que se obtiene del método utilizado para el procesamiento del grano de café y representa alrededor del 40% del peso del fruto entero, por lo que se considera como uno de los desechos más importantes del beneficio para el medio ambiente. El alto contenido de agua de este residuo representa una de las mayores desventajas en su utilización ya que dificulta el transporte, manejo, procesamiento y un uso directo en la alimentación animal; sin embargo su composición química favorece su uso al modificarlo como tratamiento para animales como porcinos, bovinos, ovinos etc. (Molina & Bressani, 1990).

En la mayoría de los casos los procesos estudiados para la reutilización de este residuo han estado encaminados en hacer de la pulpa de café un producto previo y apto para consumo de animales en forma de ensilaje o bien seca.

En investigación realizada en la Universidad Nacional de Ingeniería, en el período del 2011 al 2012 se determinó la composición de la pulpa de café, encontrándose un nivel de carbohidratos de 73.53% en base seca, lo que equivale a 9.16% de su composición total (Blandón, Blandón, & Torres, 2012).

Por otra parte, al realizar la determinación de los grados Brix se encontró un promedio de 9 en el líquido resultante del prensado de la pulpa de café. Aparte de los múltiples beneficios de la pulpa de café en su proceso de reutilización es importante mencionar que a través de investigaciones (Molina & Bresani, Valor Nutritivo de la pulpa de cafe sometida a la fermentacion solida., 1990) se ha podido establecer que la pulpa de café posee factores anti nutricionales (o tóxicos) que limitan su uso en la alimentación animal principalmente en animales mono gástricos (Equinos, caninos, Felinos y aves), se ha podido establecer que dentro de estos factores se encuentran la cafeína y polifenoles etc. Cabe mencionar que las necesidades de un posible aprovechamiento de este residuo como alternativa para reducción de impactos ambientales han posibilitado la invención de procesos para su reutilización como propuesta de alimento para animales.

5.2. Ensilaje de pulpa de café

Según Lozano, define la fermentación como diversos procesos realizados por los microorganismos los cuales conducen al piruvato a la formación de productos finales de 2, 3 y 4 átomos de carbono. La fermentación puede ocurrir de dos formas aeróbica o anaeróbica. La forma aeróbica la realizan los microorganismos que dependen del aire la otra forma ocurre en ausencia de oxígeno y se llama fermentación anaeróbica, en este caso los microorganismos no requieren oxígeno para transformar los compuestos químicos en ácidos, principalmente láctico los cuales disminuyen el pH a niveles que impiden el desarrollo de nuevas bacterias (Ferrer R. , Páez, Chirinos, & Mármol, 1995).

En este sentido, el ensilaje es un proceso utilizado para la descomposición y conservación de la pulpa mediante la fermentación anaeróbica, la cual genera un producto que es el más utilizado en la alimentación animal (Braham & Bressani, 1978) debido a que conduce a la reducción de sustancias anti nutricionales, tales como cafeína, ácido clorogénico y derivados de taninos. En el proceso es importante que las condiciones proporcionen un ambiente con pH de 4,2 que inhiba el crecimiento de agentes patógenos y conserve las características nutricionales del producto ensilado (Mayorga, 2005). En la tabla 1 se muestra detalle de la composición química del ensilaje de la pulpa de café.

Tabla 1. Composición química (%) de la pulpa de café ensilada a 120 días

Componentes. % Tiempo- 120 días	
Materia Seca	86.16
Ceniza	22.12
Materia orgánica	77.9
Extracto etéreo	3.24
Proteína cruda	30.52
Cenizas	0.30

Fuente: Noriega, Silva, & Garcia, Composición Química de la pulpa, 2009

Según pruebas de análisis bromatológicos realizadas al ensilaje de pulpa de café por Blandón, Blandón & Torrez, 2012 después de un periodo de sesenta días ya se muestran las propiedades nutricionales de la pulpa de café para la alimentación de animales. Ver detalle en la tabla 2.

Tabla 2. Propiedades nutricionales del ensilaje de la pulpa

Proteínas	15.38%
Grasa	1.18%
Humedad	86.9%
Materia seca	13.1%
Ceniza	11.79%
Carbohidratos	70.24%
Fibra	25.04%
Calcio	0.66%
Extracto libre de nitrógeno	6.91%
Fósforo	0.8%
Cafeína	0.75%

Fuente: Blandón, Blandón &Torrez, 2012.

5.3. Usos potenciales de la pulpa de café

En la mayoría de los casos, los procesos han sido diseñados para hacerla pulpa de café adecuada para la alimentación animal. Su contenido de agua de 80 a 88% se puede reducir mediante prensado hasta 55 a 60%. El residuo de esta operación podría ser utilizado como alimento para animales, a través del ensilaje y deshidratado.

La pulpa de café puede ser tratada con agua o solventes orgánicos para obtener cafeína. También se pueden extraer sustancias pépticas, incluyendo enzimas. Otras alternativas incluyen la hidrólisis para efectuar fermentación alcohólica y una variedad de bebidas y mermeladas (Braham & Bressani, 1978).

La pulpa de café compuesta por el epicarpio y parte del mesocarpio del fruto, rico en agua y azúcares. Posee un 85 % de agua cuando ingresa al beneficio y contiene aproximadamente el 0.8 % de su peso en cafeína. Según estudios realizados la extracción de cafeína no es rentable ya que tiende a degradarse rápidamente si se permite una fermentación aerobia es por tal razón que aproximadamente un 50% de la pulpa es utilizada como abono orgánico posterior a su fermentación anaerobia(Palacios & Toruño, 2011).

La pulpa de café es realmente una materia orgánica muy versátil, el hecho de que contenga cafeína se vio hasta ahora como un factor negativo que la hacía prácticamente inutilizable como alimento para animales entre otros usos, con un leve tratamiento que lleve a su medida a una serie de operaciones para su transformación puede conseguirse ahora un excelente complemento alimenticio para animales, este producto como ventaja puede traer ingresos suplementarios fuera de temporada.

Ferrer R., Páez, Chirinos, & Mármol, 1995, realizaron estudio del aprovechamiento de la pulpa de café como alternativa se siguió el método de ensilaje. Los resultados demostraron que si se realiza la bio transformación con 3% de melaza, se puede conservar la pulpa de café en perfectas condiciones por un lapso de 150 días, tiempo de duración de la cosecha en el cultivo del café. Las condiciones óptimas del ensilaje fueron 80% de humedad y pH 3.6. Además, encontraron que la pulpa de café ensilada contiene cantidades de proteínas comparables con el maíz amarillo, aunque difiere en cuanto al contenido de fibra y extracto libre de nitrógeno.

Por otra parte, Blandón, Blandón & Torres, 2012, validaron el uso de la pulpa de café ensilada en dos etapas de experimentación, esto sin el uso de ningún aditivo durante el proceso fermentativo. Se demostró que en la medida en que transcurría el tiempo de ensilaje las concentraciones de cafeína continuaban disminuyendo. Además, se encontró que el alimento obtenido puede competir con el concentrado comercial, convirtiéndose en una opción de la alimentación de ganado lechero en época de verano.

Kenneth Rivera (1987) da a conocer que en Costa Rica se llevó a cabo la producción de alimento animal en base a pulpa de a escala industrial lo que llamaron “pulpina”. La planta industrial instalada tenía una capacidad de recolección de 40 mil toneladas métricas anuales de pulpa de café las cuales extraían la pulpina que era la utilizada en la nutrición animal. Este producto en esas instancias se recomendó hasta en un 12.5% en la formulación para rumiantes, 5% en aves y 7.5% en cerdos. Citado por (Orozco, Cantarero, & Rodriguez, 2001)

Bautista a partir de investigaciones en este ramo determinaron la ganancia de peso, el consumo de alimentos y la conversión alimenticia en cerdos de crecimiento, alimentados con pulpa de café ensilada con melaza en niveles de 0,5-10,15 y 20% de la ración y constataron que es posible utilizar en cerdos los niveles del 20% de la pulpa de café en la etapa de crecimiento sin ocasionar perdidas en los parámetros productivos cuando se compara con los proporcionados a través del alimento comercial.

5.3.1. Abono orgánico a partir de la pulpa de café

El uso de la pulpa de café como abono orgánico se realiza con la finalidad de acondicionar el suelo mejorando de esta manera el uso de humus y estructura, estimulando la vida micro y meso biológica del suelo. Del café uva solo el 18.5% es café oro, el resto del fruto es agua (20%), pulpa (41%), cascarilla (4.5%), mucílago (16%). El desperdicio de la pulpa de café genera el 60% de la contaminación del agua en las zonas cafetaleras(FUNICA). La pulpa contiene materias orgánicas y nutrientes, el empleo de este compuesto orgánico posee un buen potencial para atacar los nematodos (Principal plaga en la caficultura). Las concentraciones de P, Ca y K están en mayor cantidad en la pulpa que en el propio grano de café, además de contener Mg, S, Fe y B. Cabe mencionar que al procesar el abono orgánico, estos nutrientes se liberan paulatinamente.

La única forma de mantener o mejorar el contenido y materia orgánica del suelo y por consiguiente el carbono orgánico fijado es mediante el uso de abonos orgánicos, que mantiene el suelo fértil, con alta capacidad productiva y una alta rentabilidad de los recursos invertidos a través del espacio y tiempo en un sistema de producción agrícola. (IICA, Lombricultura y abonos organicos , 1999).

Las investigaciones realizadas en Cenicafe han permitido la utilización de la lombriz roja Eisenia Foetida Savigny para facilitar el manejo de la pulpa de café en su transformación en abono orgánico, con muy buenos resultados en cuanto a reducción en el tiempo de proceso (Comparado con las prácticas tradicionales de compostaje), el incremento en la biomasa de la lombriz y la

cantidad de lombricompuesto obtenido (Davila & Ramirez, 1996), el cual por sus características físico químicas es un excelente acondicionador de suelos.

5.3.2. Pulpa como combustible

Resultados de investigaciones realizadas por CENICAFE han determinado que la pulpa del grano puede representar una gran fuente de azúcares para la producción de etanol combustibles.

El despulpado en seco genera una pulpa más rica y menos húmeda lo que viene a favorecer el secado de la misma y su posible uso como combustible. Investigaciones realizadas en el café establecen que la pulpa producto del despulpado en seco libera mucho menos licor que la transportada por agua, esa condición puede ser apreciada en la posibilidad de secar pulpa y de quemarla conforme transcurre el beneficiado sin tener que almacenarla, esto se presenta cada vez más como una importante opción, ya que haría el café menos dependiente de combustibles para su secado (IICA, Memorias XVIII Simposio Latinoamericano de Caficultura, 1997).

5.4. Sustancias Presentes en la Pulpa de Café

Una notable cantidad de sustancias presentes en la pulpa de café pueden afectar su valor nutritivo. Con el ensilaje y bajo ciertas condiciones físicas a la pulpa se le pueden sustraer componentes anti nutricionales como cafeína, ácido cloro félico y derivados de taninos, potasio, estas sustancias pueden formar el factor adverso para la alimentación de animales a partir de este

material. Para el aprovechamiento de la pulpa es necesario que estas sustancias anti nutricionales sean reducidos a niveles aceptables para los animales, lo que es posible con el ensilaje del producto bajo ciertas condiciones físicas.

5.4.1. Cafeína

El efecto fisiológico de este alcaloide puede causar en rumiantes y ratas un aumento en la actividad motora. El resultado de esta actividad anormal podría ser un aumento en el uso de la energía que tendría como efecto final el descenso en la ganancia de peso y la eficiencia de conversión. Entre los efectos que causan los elevados tenores de cafeína, de manera general, se puede citar el aumento de la sed del animal, así como también se aumenta la evacuación urinaria que trae como consecuencia la excreción de nitrógeno (Noriega, Silva, & Garcia, Utilizacion de la pulpa de cafe en la alimentacion animal, 2008).

Aunque el volumen de la pulpa de café que se puede suministrar en mezclas sustituyentes dependerá de la especie estudiadas y su etapa de crecimiento.

5.4.2. Fenoles libres

La acción de los fenoles libres está asociada a la propia bioquímica de la pulpa de café, así como también el efecto que puede tener sobre la utilización de los nutrientes y sus consecuencias fisiológicas. Los polifenoles libres pueden interferir con la utilización de proteínas, ligándola y formando complejos no aprovechables, pero también puede combinarse con las enzimas digestivas y afectar su catabolismo. Con respecto a la bioquímica de

la pulpa de café, se considera que el cambio de color de rojo sangre a marrón oscuro se deba a reacciones de pardeamiento enzimático causada por la oxidación de los poli fenoles, la que a su vez se combinan con aminoácidos y proteínas para dar complejos de coloración oscura. La unión de las proteínas con este producto tiene un efecto sobre la digestibilidad de las proteínas y por lo tanto en la absorción de las proteínas para satisfacer las necesidades fisiológicas.(Braham & Bressani, 1978) Citado por (Noriega, Silva, & Garcia, Utilizacion de la pulpa de cafe en la alimentacion animal, 2008).

En la literatura no se dispone de información precisa de los niveles de fenoles libres que causan toxicidad en los animales (Brenes, A, G, Gonzalez, & Messias, 1985) señalan que en el caso de la pulpa ensilada de café los niveles de ácido cloro génico y caféico que forman parte de los niveles libres, disminuyen a niveles que no causan efectos anti fisiológicos.

5.4.3. Taninos

Se considera que los taninos junto a sustancias pépticas totales, azúcares reductores y no reductores, cafeína, ácido cloro génico y ácido caféico total son responsables de la toxicidad de la pulpa de café (Braham & Bressani, 1978), por los que se presume que el hecho de tener la pulpa tanto tiempo fermentada estimula la actividad de las reacciones enzimáticas que puedan convertirlas en sustancias inocuas o de afectar la disponibilidad de las proteínas u otros compuestos de interés en la alimentación.

Químicamente los taninos se pueden agrupar en dos clases, los taninos que se hidrolizan en ácido gálico y azúcares, y los taninos condensados que

derivan de flavonoides. Quizás una de las características más importantes de los taninos es probablemente su capacidad de ligar proteína, evitando el aprovechamiento de estas por el organismo; también pueden actuar como inhibidores enzimáticos. Estos compuestos poli fenólicos pueden interferir en el comportamiento de los animales al disminuir la disponibilidad biológica de la proteína consumida, o como fuente de poli fenoles libres (Ramírez J. , 1987).

5.5. Porcinos

La producción porcina en Nicaragua, va en aumento gracias a que nuestro país lo han declarado libre de enfermedades infecto-contagiosas abriendo sus mercados ampliamente a nivel nacional. El principal cuidado que se mantiene aparte de la profilaxis y los controles de bioseguridad y que impacta directamente a los costos es la alimentación (Granja Porcina, 2011).

Nicaragua prácticamente duplicó la producción porcina en los últimos cinco años, con una población al finalizar el 2011 por encima del millón de cabezas, libres de fiebre porcina en esa fecha, prácticamente el doble de la existente en el 2006, cuando sólo contaban con un estimado en unas 500 mil (Radio ya, 2012).

5.6. Necesidades nutricionales

El estudio de los procesos mediante los cuales el animal degrada, incorpora y utiliza las sustancias que componen los alimentos y excreta los elementos no aprovechados, se denomina nutrición y los componentes externos necesarios se denominan nutrientes (ver detalle en la tabla 3); los cuales se clasifican en proteínas, lípidos, glúcidos, minerales y vitaminas. (Marotta, L., & V., 2009).

Tabla No. 3: Requerimientos nutritivos del cerdo

Ciclo de vida	Crecimiento y acabado					Gestación	Lactancia
Peso corporal kg	5-10	10-20	20-35	35-60	60-100	110-250	140-250
Ganancia diaria kg	0.3	0.5	0.6	0.75	0.9	0.35	-----
Consumo diario kg	0.2	0.75	1.7	1.8-2.4	2.4-3.0	2.0	5.0
Energía digerible Kcal por Kg	3500	3500	3300	3300	3300	3300	3300
Proteína cruda %	22	18	16	14	13	14	15
Calcio %	0.80	0.65	0.65	0.50	0.50	0.75	0.60
Consumo diario, gr							
Fibra cruda, % máximo	----	----	5	7	7	10	10
Diario Kg	----	----	85	126	168	200	500
Grasa Máximo	5	5	5	6	6	8	8
Diario gr	30	62.5	85	150	210	160	400

Fuente: (NRC, Requerimientos nutricionales de los cerdos, 2009)

5.6.1. Proteínas

La carencia más común de presentarse en la práctica de la alimentación de los cerdos es generalmente la de proteína y más específicamente de aminoácidos. Esto es debido a su alto requerimiento ya que la mayoría de los cereales empleados en su alimentación la poseen en poca cantidad. Cuando

se produce, en los animales un aporte insuficiente de proteínas y/o aminoácidos esenciales se provoca una disminución de la velocidad de crecimiento, por una menor formación de tejido muscular, aunque se mantenga o incremente la disposición de lípidos (dependerá del nivel energético), teniendo esto como consecuencia una mayor acumulación de grasa con un deterioro de la calidad de las canales. (Marotta, L., & V., 2009).

Las necesidades en proteína y aminoácidos, son proporcionalmente más elevadas en el animal joven, disminuyendo paulatinamente a medida que aumenta en edad. Entre los aminoácidos esenciales para el cerdo tenemos: Arginina, Histidina, Isoleucina, Leucina, Lisina, Metionina + cistina, Fenilalanina + tirosina, Treonina, Triptófano y Valina.

5.6.2. Energía

La cantidad de energía de un alimento se denomina energía bruta o calor de combustión, su determinación se realiza con una bomba calorimétrica, pero este valor obtenido tiene un pobre valor práctico en la formulación de dietas para el animal, ya que parte de esa energía contenida en el alimento y que es consumida, no es aprovechada por el cerdo; casi la mitad de ese potencial energético es excretado por diferentes vías (heces, orina, gases, calor) durante los distintos procesos metabólicos (Marotta, L., & V., 2009).

Según (Marotta, L., & V., 2009). del total de la energía o Energía Bruta (EB) consumida por un cerdo, se desprende parte de esta energía a través de las heces fecales, quedando como resultado la Energía Digestible (ED), en la cual a su vez se pierde cierta parte por medio de la orina, después se disminuye

para dar lugar a la Energía metabolizable (EM), invertida una parte de ésta en el incremento calórico (procesos de ingestión, digestión y utilización metabólica) del animal, quedando por último la Energía Neta (EN) para cubrir sus requerimientos de mantenimiento y formación de tejidos (músculo y grasa). En conclusión la EN representa solamente el 58,2 % de la EB de un alimento.

5.6.3. Minerales

El papel de los minerales en la alimentación del cerdo es de importancia fundamental. Las carencias de minerales provocan trastornos graves, provocando la muerte o graves alteraciones del crecimiento y de la reproducción. Es conocida, por ejemplo, la necesidad de aportar sal (NaCl) a los cerdos y la importancia del calcio y del fósforo para la formación del esqueleto y de la leche. Los minerales se han dividido en dos grandes grupos:

Los minerales esenciales que están presentes en el organismo de los cerdos son: Calcio, Azufre, Fósforo, Sodio, Potasio, Cloro, Magnesio y Hierro

Otros minerales que están presentes en el organismo de los cerdos en cantidades muy pequeñas son: cobre, cobalto, manganeso, zinc, yodo, selenio, flúor y cromo. (CARRERO, 1989).

5.6.4. Vitaminas

Las estimaciones en necesidades de vitaminas y minerales están basadas en datos empíricos sobre estudios de investigación, siendo en muchos casos su interpretación a nivel práctico difícil y confuso (Palomo, 2010).

La adición de excesivos niveles de vitaminas A y D3 se han demostrado tóxicos, por lo que no solo debemos estar pendientes de las deficiencias, sino también de las sobredosis que tienen un mayor coste productivo. Dentro de las vitaminas liposolubles, las necesidades en cerdos de engorde las podemos estimar en:

Vitamina A: Se sugieren niveles de 2000 UI/día.

Vitamina D3: Se sugiere un mínimo de 200 UI/kg

Vitamina E: Se sugieren niveles de 20 mg/kg

Vitamina K: Se sugieren niveles de 2 mg/kg

Dentro de las vitaminas liposolubles, las necesidades nutricionales en cerdos de engorde las podemos estimar en:

Biotina: Necesidades poco determinadas en esta fase, entre 50-100 ug/kg

Colina - mínimos requerimientos de 300 mg/kg dieta.

Ácido fólico: Sugieren dosis de 200-360 ug/Kg dieta.

La formación de tejido magro está relacionada con:

Edad: El máximo se logra entre los 30 y 90 Kg de peso (Marotta, L., & V., 2009).

Sexo: Hay notorias diferencias entre los sexos, las que se empiezan a notar a partir de los 40 Kg, el macho entero es el que presenta la mayor velocidad de formación de magro, el castrado el de menor y la hembra es intermedia.

Superando el primero a las hembras en un 10% y a los castrados en un 20% (Marotta, L., & V., 2009).

Genotipo: Las líneas de cerdos magra responden frente a un incremento de la ingesta energética con una mayor síntesis proteica. (Marotta, L., & V., 2009).

Alimentación: Los cerdos ante una alimentación inapropiada responden con una menor formación de músculo (Marotta, L., & V., 2009).

La ganancia de peso de un animal dependerá de la cantidad de energía ingerida y de la proporción de músculo y grasa depositada. Frente a un mismo nivel energético los animales que presentan la mayor velocidad de crecimiento son los que depositan una mayor cantidad de proteínas.(Marotta, L., & V., 2009).

5.7. Proceso metabólico en el tracto digestivo de los cerdos

Digestibilidad es la proporción de nutrientes, en este caso aminoácidos, que desaparecen del tracto gastrointestinal o sea atraviesan la pared intestinal y están presentes en la sangre. La digestibilidad ideal es la proporción que es absorbida antes de su llegada a nivel del íleon terminal y la digestibilidad total es la que se determina como la diferencia entre lo consumido y lo excretado a nivel de las heces. Esto se hace por el hecho de que las proteínas y otros componentes hidrogenados que llegan a nivel del intestino grueso son descompuestos por la acción de microorganismos en productos como amoníaco, dióxido de carbono y aminas, que son sustancias no aprovechables

por el animal e incluso cuando están presentes en gran cantidad inhiben el crecimiento (Marotta, L., & V., 2009).

La digestibilidad ideal es tomada a nivel del íleon terminal bajo condiciones experimentales con uso de fístulas o anastomosis íleo-rectal. Los valores obtenidos a este nivel son más precisos por el hecho de que hasta este punto del aparato digestivo los alimentos y en especial las proteínas y aminoácidos solo han sufrido la acción de las enzimas digestivas específicas unido además que en este segmento del tracto gastrointestinal ocurre la mayor absorción de los aminoácidos. (Marotta, L., & V., 2009).

A su vez debemos distinguir entre digestibilidad aparente y verdadera. La aparente no tiene en cuenta los aminoácidos de origen endógeno provenientes de células descamantes, restos de enzimas, etc., mientras que la verdadera sí. Sin embargo éste último valor no es usado en la práctica debido a la dificultad de evaluarla en el animal. La digestibilidad fecal de la proteína e ideal de los aminoácidos, de la cebada, trigo, maíz y sorgo (principales granos utilizados), es de 80 y 70 % respectivamente. (Marotta, L., & V., 2009).

Por otra parte disponibilidad se refiere a los nutrientes (aminoácidos) que no solo fueron absorbidos sino que están disponibles para que puedan ser utilizados por las distintas funciones metabólicas, (síntesis de tejido muscular). La disponibilidad puede variar ampliamente del 50 al 95% por diversas causas, como un defectuoso tratamiento del alimento.

5.8. Diseño experimental a través de un cuadrado latino

El agrupamiento de las unidades experimentales en dos direcciones (filas y columnas) y la asignación de los tratamientos al azar en las unidades, de tal forma que en cada fila y en cada columna se encuentren todos los tratamientos constituye un diseño cuadrado latino (Mendiburu, 2007). Según (Mendiburu, 2007) los Cuadrados Latinos poseen las siguientes características:

1. Las unidades experimentales se distribuyen en grupos, bajo dos criterios de homogeneidad dentro de la fila y dentro de la columna y heterogeneidad en otra forma.
2. En cada fila y en cada columna, el número de unidades es igual al número de tratamientos.
3. Los tratamientos son asignados al azar en las unidades experimentales dentro de cada fila y dentro de cada columna.
4. El número de filas = número de columnas = número de tratamientos.
5. Los análisis estadísticos T-student, Duncan, Tuckey y en pruebas de contraste se procede como el diseño completo al azar y el diseño de bloques. La desviación estándar de la diferencia de promedios y la desviación estándar del promedio, están en función del cuadrado medio del error experimental.

También se puede utilizar para el análisis estadístico del cuadro latino la prueba Di Rienzo, Guzmán y Casanoves (DGC), que es un procedimiento de comparación de medias. El método presupone igual número de repeticiones por tratamiento, en caso contrario el algoritmo implementado utiliza la media

armónica del número de repeticiones. Esta prueba controla bien la tasa de error por comparación manteniendo una potencia aceptable en experiencias bien conducidas (bajo CV para la diferencia de medias) y mejora su comportamiento general conforme aumenta el número de medias a comparar.

Según Dowley y Wearden (1991), los diseños de Cuadrado Latino son formatos económicos porque no requieren todas las combinaciones posibles entre las tres dimensiones de variación. A continuación vemos un formato estándar o prototípico de Cuadrado Latino 4x4:

A	B	C	D
B	C	D	A
C	D	A	B
D	A	B	C

El nombre de cuadrado Latino se debe a R.A. Fisher [The Arrangement of Field Experiments, J. MinistryAgric., 33: 503-513 (1926)]. Las primeras aplicaciones fueron en el campo agronómico, especialmente en los casos de suelos con tendencias en fertilidad en dos direcciones (Mendiburu, 2007).

Ventajas

“ Si se conocen dos fuentes de variabilidad de las unidades experimentales y se puede hacer un bloqueo en dos direcciones, se va a poder hacer una

comparación más precisa de los tratamientos (se tiene más potencia) pues la variación debida a las filas y las columnas es removida del error experimental.

“ Es fácil de analizar, comparado con el diseño de bloques al azar, sólo se requiere de una suma de cuadrados adicional.

“ Cuando se tienen cuadrados pequeños (lo que implica pocos grados de libertad para el error experimental) se pueden utilizar varios de estos cuadrados de poco tamaño y realizar un análisis combinado de los mismos en algo que se llama cuadrados latinos repetidos (Echavarría, Diseño de Cuadrados Latinos , 2011).

El diseño experimental de cuadrado latino es importante ya que se pueden trabajar con pocas unidades experimentales y neutraliza en este caso los efectos de edad del animal en cada uno de los periodos del experimento, el tipo del animal es decir su raza y el efecto que adquiere el complemento alimenticio de acuerdo al tiempo experimental.

Desventajas:

- El número de filas, el número de columnas y el número de tratamientos deben ser iguales. Es difícil obtener bloques homogéneos en dos dimensiones, especialmente si el número de tratamientos es grande.
- No es apropiado si filas, columnas y tratamientos interaccionan de algún modo.

5.9. Análisis de costos

La determinación de los costos de producción está constituida por el conjunto de gastos relacionados con la utilización de los activos fijos, las materias primas y materiales así como otros gastos relacionados con el proceso de fabricación, expresados todos en términos monetarios.

Este análisis constituye evaluar el comportamiento de los egresos y las desviaciones teniendo el concepto de cada gasto. Según la FAO los costos de producción tienen dos características opuestas que algunas veces no están bien razonadas en los países en vías de desarrollo. La primera es que para producir bienes uno debe gastar; esto significa generar un costo. La segunda característica es que los costos deberían ser mantenidos tan bajos como sea posible y eliminados los innecesarios, lo que significa el corte o la eliminación de los costos indiscriminadamente.

La evaluación de los costos totales de producción, se representa en una formula muy sencilla y fácilmente comprensible:

$$CT = CF + CV$$

CT = Costos totales

CF = Costos Fijos

CV = Costos variables

Los costos fijos son aquellos en los que incurre determinado negocio y que no depende del volumen de la producción dentro de estos gastos podemos mencionar (depreciación de equipos, mano de obra, gastos de administración y de fabricación etc.).

Costos variables son los gastos en los que incurre determinado negocio o empresa, los cuales varían de acuerdo a los volúmenes de producción, podemos mencionar dentro de estos costos (Materia prima, materiales e insumos, mano de obra directa).

VI. DISEÑO METODOLÓGICO

En la realización de este estudio se usaron diferentes métodos para la recopilación de la información, la elaboración del ensilaje de la pulpa de café y su posterior validación en la alimentación de cerdos.

6.1. Ubicación del Estudio

La investigación se llevó a cabo en las instalaciones de una granja de la familia Mendoza López, localizada en la comunidad el Naranjo, de la ciudad de Estelí, durante siete meses desde noviembre 2012 a mayo 2013. Este tiempo comprendió la recolecta de la pulpa, preparación del ensilaje, periodo de adaptación y la fase experimental que duro cuatro meses.

La granja donde se realizó la investigación se encuentra a una latitud de 11 grados 1q54.76+, longitud de 86 grados 18q45.37+Oeste, y su altitud de 854.97 msnm. En las figuras 1 y 2 se muestra la ubicación geográfica de la granja y construcción de los comederos.

Figura No.1: Ubicación geográfica comunidad el Naranjo

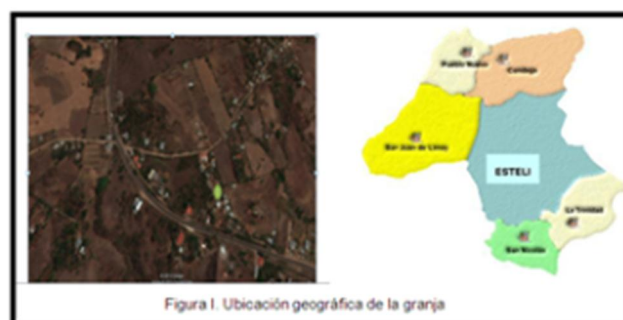


Figura No. 2: Construcción de espacio físico para ubicación de los cerdos



6.2. Tipo de Investigación

La investigación realizada es de tipo experimental, ya que se emplearon cuatro tratamientos los que contenían diferentes proporciones de pulpa de café ensilada y concentrado comercial, estos fueron planificados utilizando la metodología de cuadrado latino. En el experimento se determinaron las variables: consumo de materia seca, digestibilidad, ganancia de peso.

6.3. Diseño experimental

El diseño experimental se realizó aplicando el modelo matemático $\% \text{Cuadrado Latino+}$, con el mínimo de unidades experimentales de 4 porcinos, debido a que no se contaba con recursos económicos para una mayor compra. En la tabla 4 se presenta el diseño de cuadro latino utilizado.

Tabla No 4: Diseño de cuadro latino de la fase experimental.

Cerdo/Tiempo	1	2	3	4
C1	5%	10%	15%	0%
C2	10%	15%	0%	5%
C3	15%	0%	5%	10%
C4	0%	5%	10%	15%

Las formulaciones empleadas en los cuatro tratamientos se diseñaron tomando como referencia el estudio realizado en porcinos por (Bautista, 1999), a continuación se detallan los tratamientos utilizados:

Tratamiento 1 (T1) = concentrado comercial + 0 % de pulpa de café

Tratamiento 2 (T2) = concentrado comercial + 5 % de pulpa de café

Tratamiento 3 (T3) = concentrado comercial + 10 % de pulpa de café

Tratamiento 4 (T4) = concentrado comercial + 15 % de pulpa de café

Los porcinos utilizados se codificaron de la siguiente manera:

C1: Porcino 1

C2: Porcino 2

C3: Porcino 3

C4: Porcino 4

Cada tratamiento tuvo una duración de un mes, de tal forma que todos los cerdos recibieran los 4 tratamientos, el grupo de investigadores se encargó de recolectar los datos diariamente, ver formato anexo 1.

5.4. Actividades por Objetivos

A continuación se presentan las actividades realizadas, para alcanzar los objetivos propuestos en esta investigación.

Objetivo 1. Formular complemento alimenticio para la alimentación de porcinos a partir de la pulpa de café.

El proceso de formulación comenzó con la recolección de la pulpa y otra serie de pasos que se detallan a continuación:

➤ Recolección de la pulpa de café

En el mes de noviembre de año 2012 se recolectó la pulpa de café fresca del beneficio húmedo de la finca los Ángeles comunidad el volcán ubicada en el municipio de Jinotega del propietario Rogelio Ramón González. Se recolectaron 4barriles (cada uno con una capacidad de 360 kg) de pulpa de café fresca del proceso de beneficiado húmedo realizados el mismo día.

La pulpa se trasladó a la ciudad de Estelí a las instalaciones de la Universidad Nacional de Ingeniería, Sede Regional del Norte, para realizar el ensilaje de la pulpa recolectada. En la figura 3 se muestra la recolección de la pulpa en la finca.

Figura No.3: Recolección de pulpa de café fresca en la comunidad el Volcán



➤ **Oreado de pulpa de café**

El oreado de la pulpa se realizó colocándola sobre un plástico negro y dejándose reposar por un periodo de 24 horas, a temperaturas entre 22- 29 grados Celsius. Esto se realizó con el propósito de eliminar la cantidad de agua contenida en la pulpa.

➤ **Preparación del lacto fermento**

Para la preparación del lacto fermento utilizado en la preparación de 1,440 Kg de pulpa, se dispuso de las principales materias primas que son: suero láctico (20 litros) y yogurt natural (1/2 litro) que contienen bacterias ácido lácticas, como el *Lactobacillus Vulgarius*, las que actúan en el proceso de fermentación

del ensilaje de acuerdo a estudio realizado por Perraud, Gaime. Es importante mencionar que las enzimas de estas bacterias descomponen los azúcares generando ácido láctico, compuesto que repercute en el grado de digestibilidad de las fibras. Una vez obtenida la mezcla de yogurt natural y suero láctico se agregó a la pulpa de café.

El yogurt natural utilizado tiene como ingredientes leche semi descremada y fortificado con vitaminas A y D, estabilizador (gelatina, goma guar, monoglicerilestearato y diglicerilestearato, tarboximetilcelulosa y cultivos lácteos), en la tabla 5 se presenta en detalle su composición.

Tabla No 5. Componentes del Yogurt Natural en 150 gramos

Componentes	Cantidad
Grasa Total	4 gramos (6 % UVD)
Grasa Saturada	3 gramos (15 %)
Colesterol	16 miligramos (5%)
Sodio	70 miligramos (2 %UVD)
Carbohidratos totales	8 gr (10 %)
Azúcares	8 gr
Proteínas	5 gr
Vitaminas	A 9 % UVD D 15 %UVD
Calcio	20 % UVD

Nota: Los porcentajes de valores diarios (% UVD) están basados en una dieta de 2000 cal según el código de regulaciones federales de EEUU (CRF-USA).

Fuente: Tabla Nutricional del envase

➤ **Preparación del ensilaje**

En la tabla 6 se presentan en detalle las materias primas utilizadas, para preparar 4 barriles (capacidad de cada uno 360 kg) de ensilaje. Ver anexo 6 el flujo grama del proceso de elaboración.

Tabla No 6: Materias primas e insumos utilizados para elaboración del ensilaje.

Materia prima e insumos	Cantidad
Pulpa de café	1,440 kg
Melaza	15 litros
Lacto fermento	20.5 litros

Tomando como referencia el estudio realizado por Ramírez 1999, la formulación del ensilaje fue de 92.5% de pulpa de café, 5% de melaza y 2.5 de lacto fermento.

En esta etapa se distribuyó el lacto fermento por encima de la pulpa, y posteriormente se removió con una pala durante aproximadamente 2 horas hasta obtener una mezcla homogénea. Luego se almacenó en barriles de plástico y se compactó con el propósito de no dejar espacios libres, y mantener en condiciones anaeróbicas para evitar el deterioro de la pulpa por oxidación.

➤ Fermentación

La pulpa de café ya ensilada se dejó reposar durante un periodo de 100 días en condiciones anaeróbicas tomando como referencia el estudio realizado por Ferrer R., Páez Chirinos & Zulay 1995, que es el periodo mínimo para reducir los factores nocivos que provocan sabores desagradables e intoxicación, entre ellos: toxina, la cafeína, poli fenoles y el alto contenido de fibras. En la figura 4 se presenta la pulpa ensilada.

El éxito del ensilaje está en la fermentación anaeróbica por bacterias lácticas que producen ácido láctico, disminuyendo el pH. En el proceso es importante también propiciar un ambiente con pH de 4.2, que inhiba el crecimiento de agentes patógenos y conserve las características nutricionales del producto ensilado.

Figura No 4: Muestra de pulpa de café ensilada



Objetivo 2. Valorar el nivel de consumo y digestibilidad del producto en porcinos.

➤ **Preparación del espacio físico para alimentación de los cerdos**

Los materiales utilizados para la construcción: fueron piedra cantera, cemento, arena, agua y tejas para el techo. El área construida para cada cerdo fue de 1.5 m². Es importante señalar que para mejorar las condiciones higiénicas de alimentación se contempló en el diseño los comederos de los cerdos, tal como se muestra en la figura 5.

Figura No. 5: Espacio físico donde se ubicaron los cerdos



➤ **Alimentación de cerdos con el ensilaje de la pulpa**

La cantidad total de cerdos utilizados en la investigación fueron cuatro. Todos los porcinos utilizados en la experimentación fueron hembras de raza criolla casco de mula+ en etapa de engorde. Ver anexo 5, detalle de las características de los porcinos.

El proceso experimental inició con la etapa de adaptación durante un periodo de un mes, y luego se procedió a dar el alimento a los cerdos aplicando las 4 formulaciones correspondientes (0%,5%,10%,15%) del ensilaje de pulpa de café, complementada con concentrado comercial de engorde durante cuatro meses.

➤ **Variables medidas durante la etapa experimental**

Con la finalidad de evaluar el comportamiento digestivo de los cerdos en relación al consumo de pulpa de café ensilada se midieron las siguientes variables:

a) Consumo de materia seca (CMS), esta variable se determinó a través de la siguiente fórmula:

CMS = (Materia ofrecida ÷ Materia rechazada) Ecuación 1

Cada vez que se proporcionaba el alimento a los porcinos se pesaba la materia ofrecida, posteriormente a las 24 horas se pesaba lo que dejaban en los comederos. La diferencia entre ambos pesos proporciona el CMS.

a) Digestibilidad Aparente (DS)

Para determinar la digestibilidad aparente del alimento en los porcinos se tomó en cuenta el consumo de materia seca así como la cantidad de heces.

La digestibilidad se calculó utilizando la siguiente ecuación:

$$\text{DS} = \frac{\text{Consumo de materia seca} - \text{Cantidad de heces}}{\text{Consumo de materia seca}} * 100 \quad \text{Ecuación 2}$$

Para calcular esta variable se determinó la cantidad de materia seca que se le ofrecía a los cerdos, posteriormente se pesaban las heces que defecaban diariamente a las que se les realizó una operación de secado con la finalidad de disminuir el contenido de agua presente en las excretas. Transcurridas las 24 horas del proceso de secado estas se pesaban nuevamente y el dato resultante se utilizó en la fórmula para realizar el cálculo. Ver datos en anexo 2.

Objetivo 3. Determinar el efecto de la pulpa de café en ganancia de peso sobre la alimentación de los cerdos.

Para la realización del pesaje de los cerdos se utilizó una pesa romana (quintalera) y sacos comerciales. Durante las primeras semanas se colocaron los cerdos en los sacos y se colgaban en la pesa (Ver Figura 6).

Figura No. 6: Pesaje de los cerdos



A medida que los cerdos crecían se utilizó otra técnica de pesaje, los sacos se colocaban como cinturón para pesarlos más fácilmente, y continuar con la recolección de los datos cada semana, para luego hacer el análisis estadístico.

➤ **Ganancia de peso en los cerdos**

Para determinar esta variable los cerdos se pesaban cada semana, para verificar el aumento de peso mediante la incorporación del alimento (pulpa de café ensilada) en relación a cada tratamiento proporcionado.

A continuación en la tabla número 7 se presenta el cuadro certitud metodológica, donde se presenta en detalle las unidades de análisis, las variables, métodos y herramientas empleadas.

Tabla No 7: Cuadro de certitud metodológica

OBJETIVO GENERAL	OBJETIVOS ESPECIFICOS	INFORMACIÓN		HERRAMIENTAS / MÉTODOS	INTERPRETACIÓN	RESULTADOS	
		UNIDADES DE ANÁLISIS	VARIABLES			PARCIALES	FINAL
Validar el ensilaje elaborado a partir de pulpa de café como una alternativa de suplemento alimenticio para	Caracterización y formulación de un suplemento alimenticio para la alimentación de porcinos.	Pulpa de café fermentada	Consumo de concentrado	Experimento	Tabla de datos	Aceptación del alimento por parte de los cerdos	Un complemento elaborado a partir de pulpa de café evaluado técnica y

OBJETIVO GENERAL	OBJETIVOS ESPECIFICOS	INFORMACIÓN		HERRAMIENTAS / MÉTODOS	INTERPRETACIÓN	RESULTADOS	
		UNIDADES DE ANÁLISIS	VARIABLES			PARCIALES	FINAL
los porcinos.	Valorar el nivel de consumo y aceptabilidad del producto en porcinos, a través de un diseño experimental de un cuadrado latino.	Consumo y aceptabilidad	Digestibilidad	Durante el experimento se pesaron los cerdos semanalmente y se tomaron muestras de las excretas diariamente para valorar la aceptabilidad de la pulpa.	Los datos se interpretaron en un programa estadístico (INFOSTAT)	Valorado el nivel de consumo y aceptabilidad del producto	económicamente en cerdos de Engorde
	Determinar el efecto de la pulpa de café en ganancia de peso sobre la alimentación de los cerdos.	Efecto en ganancia de peso sobre alimentación de los cerdos	Ganancia de peso	Efectuar el pesaje de los cerdos cada semana	Los datos se analizarán en el programa estadístico	Datos sobre ganancia de peso	
	Determinar los costos de producción de la pulpa de café ensilada con lacto fermentos.	Pulpa de café fermentada	Costo de producción del complemento alimenticio	Cotizaciones, hojas de presupuesto	Los costos de producción de la pulpa de café se determinarán al final de experimento	Costos por etapas	

Objetivo 4. Determinar los costos de producción del ensilaje de pulpa de café.

Para determinar los costos de producción se tomó en cuenta: materias primas utilizadas, equipos, mano de obra requerida, depreciación de equipos (barriles) multiplicado por cada cantidad de material utilizado. En la tabla 8 se presentan en detalle los materiales e insumos utilizados en la preparación del ensilaje de pulpa de café.

Tabla No 8: Materiales e insumos utilizados en la preparación del ensilaje de pulpa de café.

No	Descripción de materiales
1	3,600 kg de pulpa de café
2	37.5 litros de melaza
3	1.25 litros de yogurt natural
4	50 litros de suero láctico
5	10 barriles plásticos con capacidad de 360 kg
6	1 rollo de plástico Negro

Se determinaron los gastos e insumos necesarios para la elaboración del ensilaje de pulpa, tomando como base de cálculo una producción de 7.5 barriles (capacidad de 360 kg/cada uno) de pulpa de café ensilada semanalmente en la temporada de cosecha del café.

Para la determinación de los costos de producción se emplearon las siguientes formula:

$$CT = CF + CV$$

CT = Costos totales

CF = Costos Fijos

CV = Costos variables

1.3 Análisis y procesamiento de datos

Los programas informáticos utilizados para el procesamiento de los datos obtenidos durante la fase experimental y redacción del informe final, se detallan a continuación:

Programa Infostat versión 2008: Este es una aplicación estadística, que está orientado al análisis multivariante de datos experimentales. El que fue utilizado para en análisis de los datos utilizando cuadrado latino, con la prueba DGC.

Excel: Office Microsoft Excel es un software que permite crear tablas, calcular y analizar datos, permite la creación de tablas que pueden calcular de forma automática los totales de los valores numéricos que especifica imprimir tablas con diseño y la creación de gráficos simples.

Excel fue utilizado para la creación de tablas de recogida de datos en la fase experimental de la investigación, y preparación de los datos para su posterior análisis en Infostat. También la determinación de costos.

Word: Microsoft Word es un software que permite la creación de informes y presentaciones que facilitan el trabajo profesional de organizaciones educativas y otros ámbitos. Fue utilizado para la redacción del informe final y diseño de los instrumentos utilizados para la recolección de la información.

VII. PRESENTACIÓN Y ANÁLISIS DE RESULTADOS

En este capítulo se presentan los resultados que se obtuvieron en la etapa experimental de la investigación y análisis respectivos. A continuación se presenta detalles de los resultados por objetivo.

6.1 Formulación de complemento alimenticio para la alimentación de porcinos mediante el ensilaje de pulpa de café.

La elaboración del complemento alimenticio, inició con el proceso de recolección de materias primas para el ensilaje, siendo el primer paso la recepción de pulpa de café fresca, para su posterior adición de melaza y lacto fermento. Luego esta fue compactada y almacenada en dos barriles, los cuales se sellaron herméticamente para iniciar el proceso de fermentación anaerobia durante un periodo de 100 días. Es importante destacar que se dio el tiempo mínimo porque se agregó lactofermento.

De acuerdo a (Ferrer R. , Páez, Chirinos, & Zulay, 1995) en la investigación acerca del ensilaje de pulpa de café el periodo de fermentación anaeróbica puede variar entre 100 a 150 días, lo que permite disminuir el contenido de polifenoles, proteínas, cafeínas y taninos presentes en la pulpa.

La calidad del ensilaje está en la fermentación anaeróbica por bacterias lácticas que producen ácido láctico, disminuyendo el pH. En este proceso es importante también propiciar un ambiente con pH de hasta 4.2, que inhiba el crecimiento de agentes patógenos y conserve las características nutricionales del producto ensilado.

Durante el proceso de fermentación se producen ácidos, principalmente ácido láctico, que disminuye el pH del material ensilado a valores entre 3,5 y 4,2 para evitar el desarrollo de nuevas bacterias, previniendo, de esta forma, su descomposición adicional y asegurando su conservación durante periodos largos de tiempo. Se pudo observar que el ensilaje obtenido presentaba características físicas (olor, color, forma) similar a la que posee en su estado fresco.

Rodríguez 2003, afirma que el pH de la masa tiene una alta correlación con la calidad del producto, valores superiores a 4.5, generalmente los ácidos butírico y acético están en altas concentraciones dando lugar a olores rancios y avinagrados al ensilado.

El valor de pH obtenido durante la recolección estuvo en un rango de 5 a 5.5 y después del periodo de fermentación disminuyó el pH del material ensilado a valores de entre 4,3 y 4,4. Según Mayorga 2005, niveles más bajos de pH a

4.2 en el ensilaje estaría expuesto al crecimiento y desarrollo de microorganismo y patógenos y por tanto no se conservarían las características nutricionales del producto, por eso se tuvo mucho cuidado en el control de pH.

Para preparar 4 barriles de ensilaje de pulpa, se utilizaron 1,440 kg de pulpa fresca, 15 litros de melaza, 0.5litros de yogurt natural y 20 litros de suero láctico. La composición porcentual que representa el aporte de cada una de las materias primas utilizadas son: 92.5 % de pulpa fresca, 5% de melaza y 2.5% de lactofermento. Por falta de recursos económicos no se realizaron los análisis físico-químicos para poder conocer en detalle la composición del ensilaje al agregar el lactofermento, que contienen bacterias ácido lácticas (*Lactobacillus vulgaris*), cuyas enzimas descomponen los azúcares generando ácido láctico.

En la tabla número 9, se presenta las formulaciones del ensilaje de pulpa complementada la alimentación con concentrado comercial Almesa, proporcionado a cada cerdo durante un periodo de cuatro meses.

Tabla No 9: Porcentajes de pulpa ensilada proporcionada a cada porcino, en la fase experimental.

Animales	% de pulpa proporcionada	% de pulpa proporcionada	% de pulpa proporcionada	% de pulpa proporcionada
Cerdo 1	5%	10%	15%	0%
Cerdo 2	10%	15%	0%	5%
Cerdo 3	15%	0%	5%	10%
Cerdo 4	0%	5%	10%	15%

6.2 Valoración del nivel de consumo de materia seca y digestibilidad aparente.

Para valorar el nivel de consumo del alimento en los cerdos mediante la digestibilidad se empleó la fórmula de materia seca. También se incluyó la medición de la ingestión de una determinada ración y la colecta total de la excreción fecal correspondiente al alimento consumido.

En la tabla número 10 se muestran los datos promedios obtenidos, para cada cerdo y tratamiento.

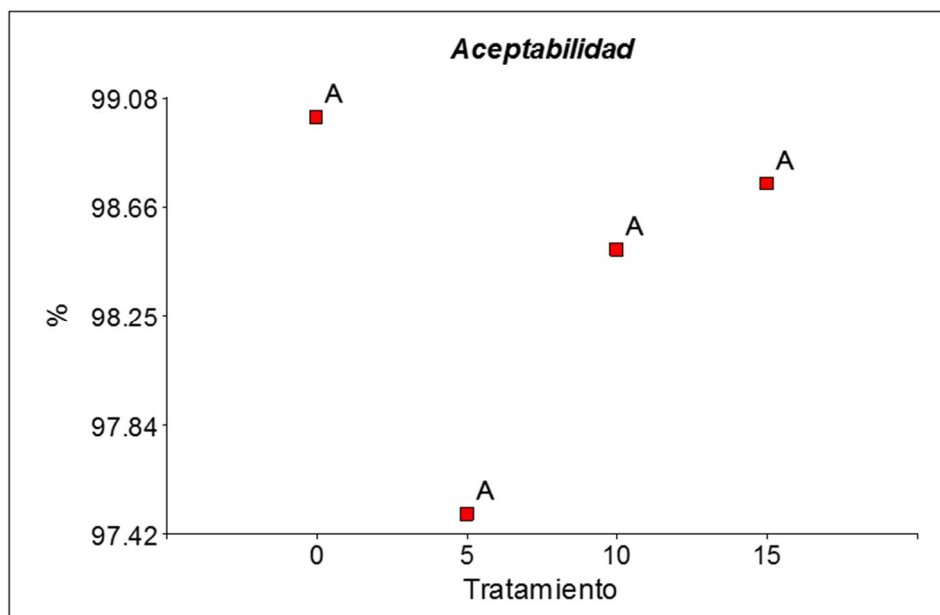
Tabla No 10: Datos promedio por mes de consumo y rechazo

Tiempo Mes	Cerdo	% de pulpa en el ensilaje	Rechazo oz	Consumo Oz	Consumo %
1	1	5	40.84	1,344	95
2	1	10	68.76	1,728	99
3	1	15	16.85	2,240	99
4	1	0	12.70	2,544	98
1	2	10	13.31	1,344	97
2	2	15	10.34	1,728	99
3	2	0	13.03	2,240	100
4	2	5	38.65	2,544	99
1	3	15	51.93	1,344	97
2	3	0	42.38	1,728	99

Tiempo Mes	Cerdo	% de pulpa en el ensilaje	Rechazo oz	Consumo Oz	Consumo %
3	3	5	13.89	2,240	99
4	3	10	13.08	2,544	98
1	4	0	12.26	1,344	99
2	4	5	8.80	1,728	97
3	4	10	46.89	2,240	100
4	4	15	12.26	2,544	100

Es importante señalar que durante el periodo de adaptación los animales mostraron buena aceptación (consumo de materia seca) y consumo del alimento proporcionado. Después de la etapa de adaptación se determinó un consumo obteniendo un valor mayor al 90% y por lo tanto no evidenciando ningún daño en el sistema digestivo del cerdo, así como no habiendo diferencia estadística entre los tratamientos, ver porcentaje de consumo de materia seca por cada tratamiento en la figura número 7.

Figura No.7: Consumo de materia seca por tratamiento



Nota: Medias con una letra común no son significativamente diferente ($p > 0.05$) según prueba DGC.

Se pudo evaluar que la pulpa no genera efectos negativos (ver figura 7) en el sistema digestivo de los cerdos e incluso iniciando con el porcentaje más alto del 15% de ensilaje de pulpa de café, como fue en el caso del cerdo 3 durante el primer mes de valoración durante su alimentación.

El cálculo de la digestibilidad aparente se obtuvo aplicando la siguiente formula,

$$DS = \frac{\text{Consumo de materia seca} - \text{Cantidad de heces}}{\text{Consumo de materia seca}} * 100$$

Los resultados del análisis estadístico de varianza de cuadrado latino para los datos de heces y digestibilidad, mostraron un coeficiente de Determinación (R^2) igual a 0.98 y 0.87 respectivamente y Coeficiente de Variabilidad (CV) igual a 7.87 y 3.06 respectivamente, como se muestra en la tabla número 11. Ver detalle en anexo 4.

Tabla No 11: Análisis de Varianza de la digestibilidad y heces

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Digestibilidad	16	0.87	0.67	3.06

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Heces oz	16	0.98	0.95	7.87

Los resultados de R² son buenos, ya que la variabilidad total del modelo de cuadro latino fue del 2% para heces y 13% para la digestibilidad y CV también son bajos lo que explica que la variabilidad interna de los datos fue mínima, todo ello indicando que los resultados de los datos de heces y digestibilidad son confiables con la aplicación del modelo de cuadrado latino en la fase experimental.

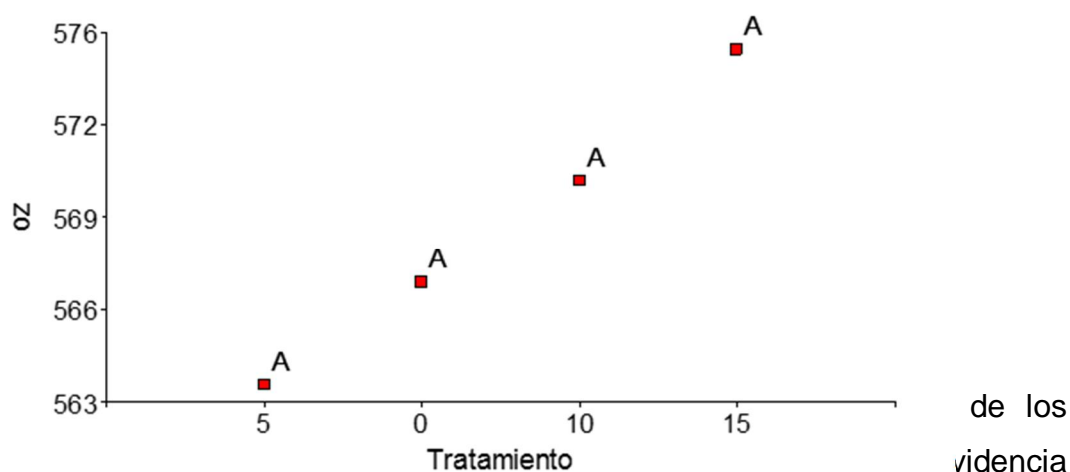
Al analizar los datos de las heces totales en cada uno de los tratamientos aplicados, se puede observar que no hay diferencia significativa entre ellos, como se puede ver en la tabla número 12 y figura número 7.

Tabla No 12: Análisis de diferencias entre los tratamientos & heces fecales obtenidas

Tratamiento	Heces (Onzas)	Diferencias			
T1 (0%)	567.00	A			

T2 (5%)	563.50		A		
T3 (10%)	570.50			A	
T4 (15%)	575.00				A
Nota: Medias con una letra común no son significativamente diferente (pm0.05) según prueba DGC.					

Figura No.7: Heces totales por tratamiento



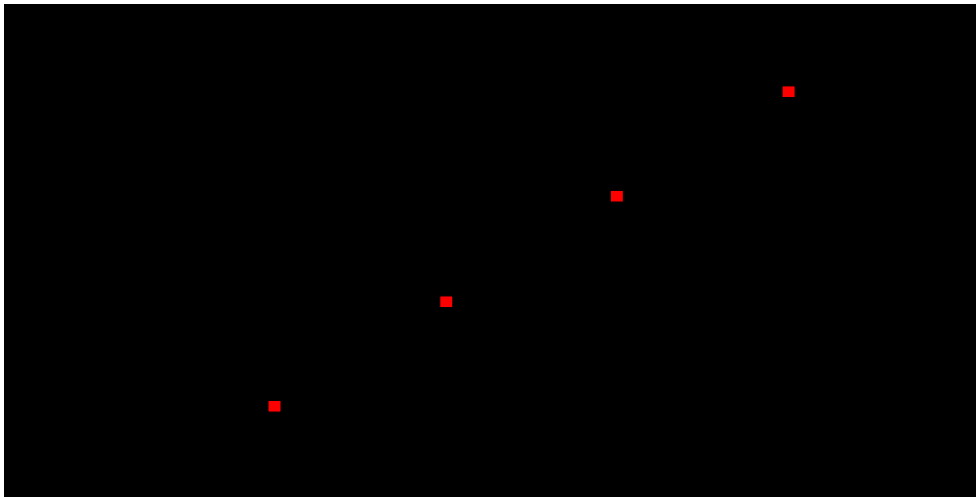
diferencia significativa entre los cuatro tratamientos, como se puede ver en la tabla 13 y figura 8.

Tabla No 13: Análisis de diferencias entre los tratamiento & digestibilidad

Tratamiento	Digestibilidad %	Diferencias			
T1 (0%)	71.50	A			
T2 (5%)	72.25		A		
T3 (10%)	72.00			A	
T4 (15%)	71.75				A

Nota: Medias con una letra común no son significativamente diferente ($p > 0.05$)

Figura No.8: Porcentaje de digestibilidad aparente por tratamiento



El valor de la digestibilidad aparente obtenido indica que el 70% del alimento proporcionado fue absorbido por los porcinos en estudio.

6.3 Determinación del efecto de la pulpa de café en ganancia de peso sobre la alimentación de los cerdos.

El análisis estadístico de ganancia de peso en los porcinos en estudio, se realizó tomando como referencia el diseño experimental realizado con la metodología de cuadrado latino, en el cual se eliminan las variables tiempo y cerdo dejando solamente el efecto de los tratamientos empleados, para no incluir los errores relacionados a las características de tamaño y crecimiento en el tiempo ya que estas variables son difíciles de controlar en este estudio.

En el anexo 3 se presenta la construcción con los datos de cuadrado latino, en el cual se utilizó la prueba de Di Rienzo, Guzmán y Casanoves (DGC) en su análisis estadístico que es igual es similar a la prueba de DUNCAN.

Al analizar los datos en el cálculo de la incidencia de peso en cada tratamiento se obtuvo un valor de R^2 y CV de 0.88 y 9.58 respectivamente, estos valores indican un 12% de error en los datos el cual es bajo ya que hay un 88% de confiabilidad en los resultados de aumento de peso. Ver detalle en la tabla 14.

Tabla No. 14: Análisis de varianza aumento de peso

Variable	N	R^2	R^2	Aj	CV
28 d aumento	16	0.88	0.69		9.58

En la tabla número 15 se presenta en análisis de varianza, donde se refleja claramente dos grupos, entre el tratamiento T1 representado con la letra (A) y similitud entre los tratamiento T2, T3 y T4 representados con la letra (B), en la etapa del proceso de ganancia de peso.

Tabla No. 15: Análisis de incidencia de tratamiento & peso

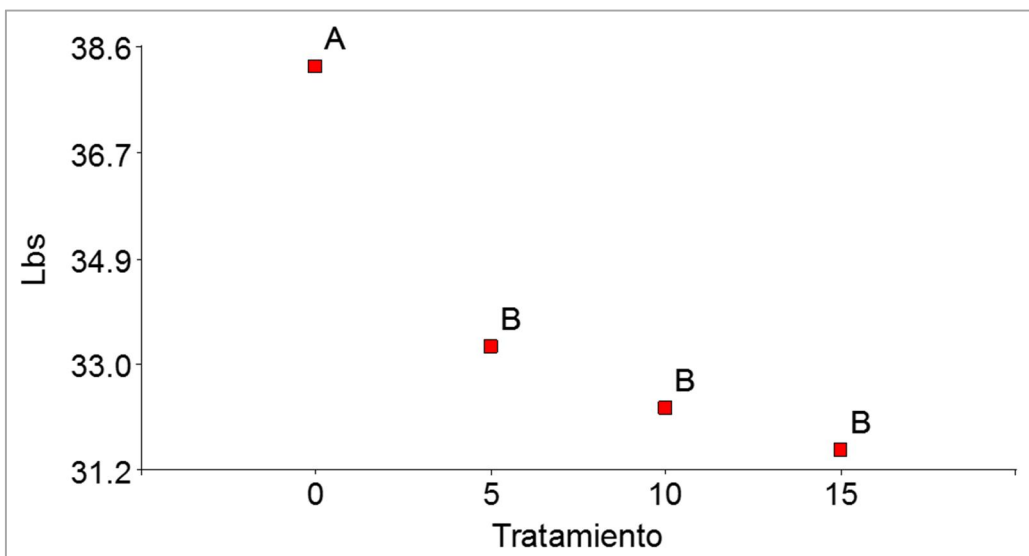
Tratamiento	Peso (Lb)	Diferencias			
T1 (0%)	38.25	A			
T2 (5%)	33.33		B		
T3 (10%)	32.25			B	
T4 (15%)	31.50				B

Nota: Medias con una letra común no son significativamente diferente ($p \geq 0.05$)

En los tratamientos T2, T3 y T4 no se evidenciaron diferencias significativas entre ellos, sin embargo la tendencia es a disminuir el peso con el incremento del porcentaje de ensilaje en la alimentación de los porcinos. De acuerdo a estudios realizados por (Bautista 1999) se recomienda que la cantidad de ensilaje de pulpa de café proporcionada en la alimentación de porcinos pueda llegar hasta un 20% de la pulpa de café ensilada en la etapa de crecimiento sin ocasionar perdidas en los parámetros productivos cuando se compara con los proporcionados a través del alimento comercial.

Los mejores resultados de ganancia de peso en los porcinos en estudio se obtuvieron en el tratamiento en el que no se le proporciono ensilaje de pulpa de café, siendo este mayor hasta en un 15% mayor en peso, en el cual solamente se le proporcionó concentrado de crecimiento, como se puede ver en la figura 9.

Figura No.9: Incremento de peso de acuerdo a los tratamientos empleados.



Nota: Medias con una letra común no son significativamente diferente ($p > 0.05$) según prueba DGC.

Dado que el ensilaje de pulpa de café no genera efectos negativos en el sistema digestivo de los cerdos, esta es una alternativa a utilizar por parte de los productores para alimentar a los cerdos debido a que el efecto que hace el ensilaje es un crecimiento y ganancia de peso más lento en comparación a la alimentación con concentrado comercial, tomando en consideración que la curva de crecimiento de porcinos llega a un punto máximo.

6.4. Determinación los costos de producción de la pulpa de café ensilada con lacto fermentos tomando en cuenta los requerimientos técnicos.

Determinar el costo de producción de la pulpa de café ensilada es un aspecto clave en el desarrollo de este estudio. A continuación se presentan los pasos y resultados obtenidos.

Materia Prima Pulpa de Café

Según estimaciones del Centro de Trámites para las Exportaciones de Nicaragua (CETREX) se reportó que en la cosecha 2011-2012 se comercializaron un total de 1, 170,078.48 de sacos de 60 kg de café, los que representan un 38.9% del total de cerezas de café que se beneficiaron. Esto implica que en la presente cosecha se produjo 1, 203,165.53 sacos de 60 kg de pulpa de café.

Considerando que cada barril en los cuales se almacenó la pulpa de café fresca alcanza 6 sacos de 60 kg, tenemos que a nivel nacional se cuenta con la capacidad de almacenar 200,527.5 barriles de pulpa. Sin embargo de

acuerdo a la fase de fermentación de la mezcla de pulpa con lacto fermento se comprobó que se obtiene el 75 % de la cantidad total de barriles debido a la compactación de la pulpa siendo entonces se tendría la capacidad para 150,395.6 barriles de pulpa de café ensilada anualmente.

Tomando como base una producción semanal ensilaje de pulpa de café durante los meses de cosecha de:

- 10 barriles de pulpa de café fresca (cada barril contiene 360 Kg)
- Barriles de pulpa de café ensilada (compactada) = $10 \times 75 \% = 7.5$ barriles.
- Número de trabajadores: **2**

En la tabla número 16 se muestra los costos de los equipos y materiales que se requieren para producir la pulpa de café ensilada.

Tabla No. 16: Costos de materiales para la producción de la pulpa de café ensilada.

Detalle de materiales	Cantidad	Precio Unitario C\$	Costo Total C\$
pH metro.	1	1875.00	1875.00
Termómetro.	1	1875.00	1875.00
Mesa de madera	1	600.00	600.00
Tinas plásticas de 50 litros	3	250.00	750.00
Cuchillos	2	50.00	100.00
Uniformes de Trabajo (mandil, guantes.)	2	500.00	1000.00

Costo Total C\$	6200.00
------------------------	----------------

Se determinaron los costos directos de fabricación del ensilaje de café tomando la materia prima e insumos y mano obra.

En la Tabla número 17 se presenta la cantidad promedio de trabajadores para las labores de recolección de la pulpa de café y el proceso de ensilaje.

Tomando como base el salario mínimo diario de C\$170.00 de acuerdo a entrevistas realizadas a los productores de la zona en el pago de trabajadores, el cual puede estar sujeto a modificaciones.

Tabla No.17: Mano de obra

Mano de Obra	Cantidad	Salario semanal C\$	Total C\$
Obreros	2	850	1,700.00

En la Tabla número 18, se presentan los costos de la materia prima e insumos necesarios para la elaboración de 7.5 barriles de pulpa de café ensilada en una semana de labores.

Tabla No.18: Costos de materia prima e insumos para la elaboración semanal de pulpa ensilada.

No	Descripción	Precio total C\$
1	Transporte de 3,600 kg de pulpa de café de la comunidad el volcán de Jinotega a la ciudad de Estelí.	6,250.00
2	37.5 litros de melaza	750.00
3	1.25 litros de yogurt natural	70.00
4	50 litros de suero láctico	50.00
5	10 barriles plásticos con capacidad de 360 Kg	5,000.00
6	1 rollo de Plástico Negro	400
Subtotal		12,520.00
Imprevistos (3%)		375.60
Total C\$		12,895.60

Costos Totales Directos (semanales) (CTD) = C\$ 12,895.60 + C\$ 1,700.00 =
C\$14,595.6

Con un barril de pulpa de café ensilada se puede alimentar a cuatro cerdos desde su etapa de engorde durante seis meses aproximadamente.

Costos Indirectos de Fabricación

A continuación se describe en la Tabla número 19 las depreciaciones de los equipos y materiales de trabajo empleados en la elaboración de pulpa de café ensilada.

Tabla No. 19: Depreciación de equipos y materiales utilizados en la elaboración del ensilaje de pulpa de café.

Detalle	Cantidad	Precio Unit. Del equipo C\$	Costo Total C\$	Vida Util (años)	Depreciación C\$
					Anual
pH metro.	1	1875	1875	2	937.5
Termómetro.	1	1875	1875	2	937.5
Total					1875

Los costos indirectos mensuales detallados a continuación más la depreciación calculada en la tabla anterior, se dividen entre 4 para obtener los costos semanales:

Materiales de limpieza y desinfección (escobas, cloro, detergente, etc.). = C\$ 150

Reparación y Mantenimiento de termómetro y pH metro = C\$ 150

Depreciación mensual = C\$ 156.25

Consumo de agua en el lavado de equipos, limpieza de las instalaciones, uso personal, entras actividades. Para determinar el consumo de agua se tomaron como referencia las tarifas establecidas por ENACAL y los costos de electricidad por Unión Fenosa.

Servicios generales electricidad y agua = C\$ 300 mensual

- Costos Totales Indirectos (CTI) = $756.25/4 = \text{C\$ } 189.06$

Costo total de producción (CTP)

$$\text{CTP} = \text{CTD} + \text{CTI}$$

Sustituyendo la formula anterior por los valores calculados, se obtiene que los costos totales de producción semanalmente son:

$\text{CTP} = \text{CTD} + \text{CTI} = \text{C\$ } 14,595.6 + \text{C\$ } 189.06 = \text{C\$ } 14,784.66$ para una producción de 7.5 barriles de 360 Kg de pulpa de café ensilada.

Costo Unitario de Producción

Para conocer cuál es el costo unitario de producción se dividió el costo total de fabricación entre el número de barriles producidos semanalmente:

Costo Unitario = Costo de producción/Producción semanal

Costo Unitario = $14,784.66 / 7.5 = \text{C\$ } 1,971.28$

El costo unitario por cada Kg = $\text{C\$ } 1,971.28 / 360 = \text{C\$ } 5.48$

El costo de producción de 1 Kg de pulpa de café ensilada es de aproximadamente de C\$6.00 córdobas netos, es decir 272.7 córdobas netas el quintal (45.45kg) de ensilaje de pulpa de café. Con estos resultados los productores de café tienen una alternativa para procesar la pulpa de café mediante el ensilaje y brindarla como complemento alimenticio para aquellas fincas que tengan crianza de cerdos o las personas que desean intentar alimentar a cerdos con complementos alimenticios más baratos que el concentrado comercial.

VIII. CONCLUSIONES

Para la formulación del complemento alimenticio a partir del ensilaje de la pulpa de café se requiere como materias primas principales, pulpa de café fresca, suero láctico, melaza, yogurt natural.

Para preparar cuatro barriles de ensilaje de pulpa se utilizaron 1,440 kg de pulpa fresca, 15 litros de melaza, 0.5 litros de yogurt natural y 20 litros de suero láctico.

El consumo del ensilaje de pulpa en la alimentación de los cerdos fue alto debido al poco rechazo de la alimentación proporcionada durante la fase experimental, obteniendo un porcentaje de consumo mayor al 97% y con un 70% de digestibilidad. En el consumo no se evidenció diferencia estadísticas entre los tratamientos.

Se comprobó que el ensilaje de la pulpa de café no provoca ningún efecto negativo en el sistema digestivo de los cerdos y se puede utilizar como un complemento alimenticio para porcinos.

Al aplicar los porcentajes de 5, 10 y 15% de ensilaje de pulpa de café en la alimentación de los porcinos, se obtuvo una disminución en el peso del 15%, obteniendo mejores resultados al utilizar 100% concentrado de engorde. Siendo el ensilaje de pulpa una alternativa cuando no se cuente con los recursos económicos para la alimentación de los porcinos ya que el efecto que hace es el crecimiento más lento.

Es posible suministrar el ensilaje de pulpa de café como un complemento alimenticio en la dieta de los cerdos no mayor a un 15% que fue lo experimentado en la dieta alimenticia durante la investigación

El costo de producción para un barril (360 kg) de pulpa de café ensilada es de C\$1971.28, el cual es considerado un costo de producción accesible para los

productores tanto de porcinos como los productores de café que cuentan con cerdos en sus fincas.

IX. RECOMENDACIONES

A partir de la justificación y los resultados obtenidos durante la investigación se dan las siguientes recomendaciones:

Divulgación de los resultados de la investigación, a los productores y cooperativas.

- Realizar una segunda fase de esta investigación desde la etapa de crecimiento hasta la etapa de acabado de los porcinos, para sacar la relación de costos durante el proceso de alimentación por tratamiento, así como el análisis bromatológico del ensilaje con el lacto fermento para verificar si se logran disminuir los periodos de ensilaje y mayor descenso en los niveles de cafeína.
- Realizar un estudio de Pre Factibilidad para una empresa productora de ensilaje a nivel industrial y evaluar la posibilidad de convertirla en una fuente de ingreso para los productores.

X. BIBLIOGRAFÍA

1. Bautista, E. B. (1999). *Utilización de la pulpa de café ensilada en raciones para cerdos en crecimiento y acabado*. Universidad Nacional Experimental del Táchira (UNET), Venezuela,.
2. Blandón, M., Blandón, L., & Torrez, K. (2012). *Validacion y ensilaje elaborado a partir de pulpa de cafe como alternativa de alimentacion de ganado lechero*.
3. Blandón, S., Blandón, M., & Torres, K. (2012). *Validación de Ensilaje a partir de pulpa de café como alternativa de alimentación de ganado lechero en dos etapas de experimentación*. Estelí, Nicaragua: Universidad Nacional de Ingeniería.
4. Blandón, S., Díaz, A., & Dicovski, L. (2009). Situación actual del cultivo de café en Las Segovias, con énfasis en el estado de la cosecha en finca y la calidad. Nicaragua 2007-2008. En *Manual Técnico Beneficio, Calidad y Denominación de origen del café* (pág. 9). Estelí, Nicaragua: Universidad Nacional de Ingeniería.
5. Braham, J., & Bressani, R. (1978). *Coffee Pulp, Composition, Technology and Utilization*. Panama: Institute of Nutrition of Central America and Panama, INCAP.
6. Brenes, G., A, R., G, B., Gonzalez, & Messias, J. (1985). *Relación entre los niveles de inclusión de la pulpa de café y contenido proteínico en raciones para animales monogástricos*. Recuperado el 5 de 09 de 2012, de <http://bases.bireme.br/cgi-bin/wxislind.exe/iah/online/?IsisScript=iah/iah.xis&src=google&base=LILACS&lang=p&nextAction=lnk&exprSearch=32893&indexSearch=ID>
7. CARRERO, H. (1989). *Manual de producción porcícola*. Tuluá.

8. Chavarría, M., Blandón, S., & Torres, K. (2012). *Validación de Ensilaje Elaborado a partir de Pulpa de Café como una Alternativa de Alimentación de ganado lechero en dos etapas de experimentación*. Estelí, Nicaragua.
9. Davila, M., & Ramirez, C. (1996). *Lombricultura en pulpa de cafe*.
10. Echavarría, H. (2011). *Diseño de Cuadrados Latinos*.
11. Elias. (1978). *Composicion quimica del cafe y otros subproductos*.
12. FAO. (1998). *Ingenieria economica aplicada a la industria pesquera*. Recuperado el 21 de Diciembre de 2011, de Ingenieria economica aplicada a la industria pesquera: <http://www.fao.org/DOCREP/003/V8490S/v8490s06.htm>
13. FAO, D. d. (s.f.). *Ingenieria economica aplicada a la industria pesquera*. Recuperado el 21 de Diciembre de 2011, de Ingenieria economica aplicada a la industria pesquera: <http://www.fao.org/DOCREP/003/V8490S/v8490s06.htm>
14. Ferrer, R., Páez, G., Chirinos, M., & Mármol, Z. (1995). Ensilaje de la pulpa de café. *Revista Facultad de Agronomia, Luz*, 417-428.
15. Ferrer, R., Páez, G., Chirinos, M., & Zulay, M. (1995). *Ensilaje de pulpa de café*. Maracaibo: Facultad de agronomia.
16. Garcia, C., Arrázola, G., & Durango, A. (2010). Producción de ácido láctico por vía biotecnológica. *Temas Agrarios, Universidad de Cordoba*, 9-26.
17. Garcia, L., & Porras, L. (1998). *Diseño estadístico de experimentos*.
18. Granja Porcina. (1 de Junio de 2011). *Grupo Agroindustrial Santa Clara*. Recuperado el 12 de Septiembre de 2012, de Grupo Agroindustrial Santa Clara: <http://www.grupoaguasclaras.com>
19. Grazios, R., Rathinavelu, & Giorgio. (2005). *Posibles usos alternativos de los residuos y subproductos del café*. i ICS-UNIDO, Science Park, Padriciano, Trieste, Italia; Departamento de Biología de la Universidad de Trieste (Italia).

20. Guerrero, J. (2007). *Universidad Nacional Agraria, CENIDA-UNA*. Recuperado el 20 de Julio de 2012, de <http://cenida.una.edu.ni/relectronicos/RENE14G934.pdf>
21. IICA. (1997). *Memorias XVIII Simposio Latinoamericano de Caficultura*. San José, Costa Rica: Editorama, S.A.
22. IICA. (09 de 1999). *Lombricultura y abonos organicos* . Recuperado el 12 de 09 de 2012, de <http://repiica.iica.int/docs/B1895e/B1895e.pdf>
23. IICA, MAGFOR, & JICA. (2004). *IICA*. Recuperado el 20 de Julio de 2012, de http://www.iica.int.ni/Estudios_PDF/cadenasAgroindustriales/Cadena_Cafe.
24. Madigan, M., Martinko, J., & Parker, J. (2004). *Brock Biología de los microorganismos*, 10 ma. Edición. Pearson Prentice Hall.
25. Manriquez, J. (s.f.). *control de calidad de insumos y dietas acuicolas*. Obtenido de <http://www.fao.org.com>
26. Mayorga, L. (2005). *LA pulpa de cafe, de residuo o de alimento*. Obtenido de <http://www.ugr.es/~ri/anteriores/dial03/d28-3.htm>
27. Mendiburu, F. (2007). *Cuadrado latino*.
28. Molina Gómez, L. V. (1999). *Gastos defensivos del beneficiado de café en la zona pacífica de Nicaragua*.
29. Molina, M., & Bresani, R. (1990). *Valor Nutritivo de la pulpa de cafe sometida a la fermentacion solida*. Recuperado el 05 de 09 de 2012, de http://www.mag.go.cr/rev_meso/v01n01_079.pdf
30. Molina, M., Raúl, O., & Bressani, R. (1990). *Valor nutritivo de la pulpa de cafe sometida a fermentación*. Obtenido de http://www.mag.go.cr/rev_meso/v01n01_079.pdf
31. Molina, M., Raul, O., & Bressani, R. (1990). *Valor nutritivo de la pulpa sometida a fermentación*. Obtenido de http://www.mag.go.cr/rev_meso/v01n01_079.pdf

32. Noriega, A., Silva, R., & Garcia, M. (2008). *Utilizacion de la pulpa de cafe en la alimentacion animal*. Recuperado el 08 de 20012, de http://www.scielo.org.ve/scielo.php?pid=S0798-72692008000400001&script=sci_arttex
33. Noriega, A., Silva, R., & Garcia, M. (2009). *Composición Química de la pulpa*. Obtenido de http://www.sian.inia.gob.ve/repositorio/revistas_ci/ZootecniaTropical/zt2702/pdf/noriega_a.pdf.
34. NRC. (2009). *Requerimientos nutricionales de los cerdos*. National Research Council de Estados Unidos.
35. Orozco, C., Cantarero, V., & Rodriguez, J. (2001). *Tratamientos del residuo del café*. Guatemala.
36. Palacios, A., & Toruño, A. (2011). *Procesamiento de cafe para abono organico*. Recuperado el 08 de 2012, de http://www.unan.edu.ni/dir_invest/web_judc/proyectos_matagalpa/pdf/ensayos/pulpa_cafe.pdf
37. Palomo, A. (2010). *Necesidades Nutricionales para cerdos de engordes*. Recuperado el 12 de 09 de 2012, de <http://es.scribd.com/doc/6338402/1-Necesidades-nutricionales>
38. Pedraza, P., Estrada, J., Estrada, I., & Rayas, A. (2012). On-farm evaluation of the effect of coffee pulp supplementation on milk yield and dry matter intake of dairy cows grazing tropical grasses in central Mexico. *Springer Link*, 329-336.
39. Perraud, Gaime. Conservación de la pulpa de café por ensilaje: Del aislamiento a las bacterias lácticas. Universidad Autónoma Metropolitana México. www.smbb.com.mx

40. Prado, B. (Marzo de 2011). *Pulpa de cafe, un residuo fuente de antioxidantes polifenolicos*. Recuperado el 30 de 08 de 2012, de <http://www.postgradoeinvestigacion.uadec.mx/CienciaCierta/CC25/1pulpa.html>
41. Radio ya. (13 de Febrero de 2012). *nuevaya*. Recuperado el 12 de Septiembre de 2012, de nuevaya: <http://nuevaya.com.ni>
42. Ramirez, J. (1987). *Compuestos fenolicos en la pulpa de cafe*.
43. Ramírez, J. (Diciembre de 1999). *Pulpa de café ensilada. Producción, caracterización y utilización en alimentación animal*. Recuperado el 23 de Julio de 2012, de www.funtha.gov.ve/doc_pub/doc_249.pdf
44. Ramirez, M. (Diciembre de 1999). *Pulpa de cafe ensilada*. Recuperado el 08 de 2012, de http://www.funtha.gov.ve/doc_pub/doc_249.pdf
45. Ramirez, M. (Diciembre de 1999). *Pulpa de cafe ensilada* . Recuperado el 08 de 2012, de http://www.funtha.gov.ve/doc_pub/doc_249.pdf
46. Ramírez, N. (2003). *Ensilaje de café*. Federación Nacional de Cafetaleros de Colombia. CENICAFÉ.
47. Rathinavelu, R., & Graziosi, G. (17 de Agosto de 2005). *Posibles usos alternativos de los residuos y subproductos del cafe*. Obtenido de infocafes.com/descargas/biblioteca/112.pdf
48. Recinos, F. F. (1973). *Respuesta Bio-economica de Novillos en engorda alimentados con diferentes niveles de pulpa de cafe ensilada y proteina*. Turrialba, Costa Rica.
49. Rodriguez, N. (2009). *Produccion de etanol a partir de subproductos del cafe*.
50. Rojan, J., Madhavan, K., & Pandey, A. (2007). Fermentative production of lactic acid from biomass: an overview an process developments and future perspective. *Springer Verlag*, 524-534.

51. Salcedo, C., Font, M., & Martinez, R. (1988). *Composicion quimica del yogur natural*. Obtenido de <http://www.fen.org.es/imgPublicaciones/33-Yogur-elaboraci%C3%B3n.pdf>.
52. Sandino, L. M. (s.f.). *Movimiento de mujeres Maria Elena Cuadra (MEC)*. Recuperado el 25 de Enero de 2011, de Movimiento de mujeres Maria Elena Cuadra (MEC): <http://www.mec.org.ni/organizacie-las-mujeres-mainmenu-35/estelainmenu-39>
53. Toledo, C. (Septiembre de 2003). *Universidad de San Carlos*. Recuperado el 8 de Febrero de 2012, de http://biblioteca.usac.edu.gt/tesis/08/08_5486.pdf
54. Villareal, A. (s.f.). *El análisis costo-beneficio y la viabilidad de los proyectos en el sector publico*. Recuperado el 14 de 11 de 2011, de el análisis costo-beneficio y la viabilidad de los proyectos en el sector publico: http://www.educoas.org/portal/bdigital/contenido/interamer/BKIACD/Interamer/Interamerhtml/Riverahtml/riv_zav_villa.htm
55. Vitto, R., Ciria, J., Bonilla, A., & Acenjo, B. (1987). *Utilizacion del subproducto pulpa de cafe ensilada en dietas de ovinos en una finca del estado Tachira de Venezuela*. Recuperado el 08 de 2012, de <http://www.exopol.com/seoc/docs/6y355jwn.pdf>
56. Zabala, M., Navarrete, L., & Castrillon, Y. (2009). Producción de ácido láctico por fermentación de mucílago de café con *Lactobacillus bulgaricus* NRRL-B548. *Scielo*, http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0012-73532009000200014.

ANEXOS

Anexo1. Hoja de recolección de datos del experimento

Fecha _____

Hora _____

Cerdo _____

Peso en gramos	T1 0% Pulpa	T2 10% Pulpa	T3 20% Pulpa	T4 30% pulpa
Materia seca ofrecida				
Cantidad de MS ingerida				
Cantidad de MS excretada				
Heces húmedas				
Heces secas				
Ganancia de peso				
Observaciones				

Anexo 2: Datos obtenidos durante la fase experimental

➤ Porcino 1

Tipo Tratamiento (%)	Cantidad de Comida Proporcionada	Día	Cantidad de comida rechazada (Oz)	Heces secas (Oz)
5	48	1	0,39	10
5	48	2	0,28	8,5
5	48	3	2	3,2
5	48	4	9	9,8
5	48	5	1	2
5	48	6	2,5	8,3
5	48	7	14	3,2
5	48	8	7,8	4
5	48	9	2	11
5	48	10	3,5	21
5	48	11	0,67	26
5	48	12	0,5	15
5	48	13	5	8
5	48	14	1,5	5
5	48	15	7	11
5	48	16	1	15
5	48	17	2	16
5	48	18	1,5	9
5	48	19	1	14
5	48	20	0,70	13
5	48	21	0,53	14
5	48	22	0,71	15
5	48	23	0,7	11
5	48	24	0,68	22
5	48	25	1	13
5	48	26	0,53	8
5	48	27	0,71	10
5	48	28	0,56	12

“Formulación y validación de la pulpa de café ensilada con lacto fermentos, para la preparación de un complemento alimenticio para porcinos”

10	48	1	0,70	15
10	48	2	0,58	17
10	48	3	0,56	14
10	48	4	1,00	8
10	64	5	0,70	12
10	64	6	0,73	16
10	64	7	0,75	18
10	64	8	1,20	22
10	64	9	0,67	18
10	64	10	0,70	21
10	64	11	1,00	16
10	64	12	0,70	16
10	64	13	0,53	12
10	64	14	0,32	8
10	64	15	0,34	22
10	64	16	1,00	16
10	64	17	0,67	12
10	64	18	0,30	13
10	64	19	0,60	18
10	64	20	0,56	9
10	64	21	0,67	13
10	64	22	0,31	19
10	64	23	0,53	9
10	64	24	0,31	13
10	64	25	0,34	18
10	64	26	0,30	31
10	64	27	0,33	14
10	64	28	0,45	26
15	80	1	0,58	22
15	80	2	0,46	26
15	80	3	0,47	32
15	80	4	0,35	15
15	80	5	0,65	27
15	80	6	0,43	31
15	80	7	0,28	22

“Formulación y validación de la pulpa de café ensilada con lacto fermentos, para la preparación de un complemento alimenticio para porcinos”

15	80	8	0,7	26
15	80	9	0,38	34
15	80	10	0,58	21
15	80	11	0,71	41
15	80	12	0,25	26
15	80	13	0,35	24
15	80	14	0,42	26
15	80	15	0,38	10
15	80	16	0,57	14
15	80	17	0,63	25
15	80	18	0,46	24
15	80	19	0,38	24
15	80	20	0,25	28
15	80	21	0,32	29
15	80	22	0,36	18
15	80	23	0,44	24
15	80	24	0,49	20
15	80	25	0,57	28
15	80	26	0,53	27
15	80	27	0,39	28
15	80	28	0,32	26
0	80	1	0,34	24
0	80	2	0,63	38
0	80	3	0,67	35
0	80	4	0,3	27
0	80	5	0,4	30
0	80	6	0,53	24
0	80	7	1	20
0	80	8	0,78	28
0	80	9	0,59	33
0	96	10	0,74	25
0	96	11	0,66	14
0	96	12	23	15
0	96	13	2,4	30
0	96	14	2	31

0	96	15	0,58	25
0	96	16	0,34	20
0	96	17	0,47	23
0	96	18	0,35	22
0	96	19	0,65	21
0	96	20	0,43	33
0	96	21	0,28	23
0	96	22	0,7	36
0	96	23	0,53	20
0	96	24	0,49	15
0	96	25	0,62	30
0	96	26	0,44	13
0	96	27	0,53	28
0	96	28	0,39	31

➤ **Porcino 2**

Tipo Tratamiento (%)	Cantidad de Comida Proporcionada	Día	Cantidad de comida rechazada (Oz)	Heces secas (Oz)
10	48	1	1,20	8,30
10	48	2	0,66	14,30
10	48	3	7,00	3,70
10	48	4	3,00	10,50
10	48	5	1,50	8,00
10	48	6	1,20	4,50
10	48	7	1,00	5,00
10	48	8	1,00	6,00
10	48	9	0,51	6,30
10	48	10	11,00	14,00
10	48	11	0,53	20,00
10	48	12	1,50	6,20
10	48	13	0,67	7,00
10	48	14	0,70	6,00
10	48	15	0,70	5,00
10	48	16	0,35	14,00

“Formulación y validación de la pulpa de café ensilada con lacto fermentos, para la preparación de un complemento alimenticio para porcinos”

10	48	17	0,46	7,00
10	48	18	0,53	13,50
10	48	19	0,49	12,00
10	48	20	0,35	19,00
10	48	21	0,56	14,00
10	48	22	0,46	12,00
10	48	23	0,53	8,00
10	48	24	0,60	23,00
10	48	25	0,46	15,00
10	48	26	0,56	10,00
10	48	27	0,60	15,00
10	48	28	0,53	15,00
15	48	1	0,53	16,00
15	48	2	0,60	13,00
15	48	3	0,46	16,00
15	48	4	0,56	12,00
15	64	5	0,60	30,00
15	64	6	0,53	13,00
15	64	7	0,63	20,00
15	64	8	0,46	19,00
15	64	9	0,46	26,00
15	64	10	0,53	15,00
15	64	11	0,56	9,00
15	64	12	0,53	6,00
15	64	13	0,63	3,00
15	64	14	0,39	10,00
15	64	15	0,42	20,00
15	64	16	0,42	13,00
15	64	17	0,46	9,00
15	64	18	0,35	10,00
15	64	19	0,28	16,00
15	64	20	0,49	7,00
15	64	21	0,25	7,00
15	64	22	0,38	18,00
15	64	23	0,35	13,00

“Formulación y validación de la pulpa de café ensilada con lacto fermentos, para la preparación de un complemento alimenticio para porcinos”

15	64	24	0,28	12,00
15	64	25	0,35	12,00
15	64	26	0,46	37,00
15	64	27	0,38	4,00
15	64	28	0,69	14,00
0	80	1	0,38	26,00
0	80	2	0,53	18,00
0	80	3	0,44	33,00
0	80	4	0,43	21,00
0	80	5	0,39	28,00
0	80	6	0,37	42,00
0	80	7	0,42	27,00
0	80	8	0,32	22,00
0	80	9	0,28	20,00
0	80	10	0,39	33,00
0	80	11	0,32	43,00
0	80	12	0,38	11,00
0	80	13	0,39	23,00
0	80	14	0,33	36,00
0	80	15	0,32	20,00
0	80	16	0,35	16,00
0	80	17	0,42	30,00
0	80	18	0,23	48,00
0	80	19	0,49	16,00
0	80	20	0,53	22,00
0	80	21	0,38	15,00
0	80	22	0,32	26,00
0	80	23	0,25	40,00
0	80	24	0,32	18,00
0	80	25	0,39	14,00
0	80	26	0,28	28,00
0	80	27	0,35	25,00
0	80	28	0,34	49,00
5	80	1	0,42	39,00
5	80	2	0,42	19,00

5	80	3	0,46	47,00
5	80	4	0,35	30,00
5	80	5	0,54	15,00
5	80	6	0,45	29,00
5	80	7	0,67	43,00
5	80	8	0,46	18,00
5	80	9	0,48	26,00
5	96	10	0,44	38,00
5	96	11	0,32	21,00
5	96	12	1,00	30,00
5	96	13	0,75	23,00
5	96	14	0,69	56,00
5	96	15	0,42	27,00
5	96	16	0,28	25,00
5	96	17	0,44	46,00
5	96	18	0,43	28,00
5	96	19	0,39	20,00
5	96	20	0,37	25,00
5	96	21	0,42	33,00
5	96	22	0,32	48,00
5	96	23	0,44	14,00
5	96	24	0,36	27,00
5	96	25	0,49	25,00
5	96	26	0,53	20,00
5	96	27	0,53	23,00
5	96	28	0,44	29,00

➤ **Porcino 3**

Tipo Tratamiento (%)	Cantidad de Comida Proporcionada	Día	Cantidad de comida rechazada (Oz)	Heces secas (Oz)
15	48	1	0,67	9
15	48	2	1,3	8,8
15	48	3	2,4	15

“Formulación y validación de la pulpa de café ensilada con lacto fermentos, para la preparación de un complemento alimenticio para porcinos”

15	48	4	3,5	14,3
15	48	5	3	6
15	48	6	2,7	5,3
15	48	7	2	8,5
15	48	8	1	7,3
15	48	9	1,2	13
15	48	10	2,3	20
15	48	11	2	17
15	48	12	3	13
15	48	13	3	13
15	48	14	2,5	12
15	48	15	2	12
15	48	16	0,60	16
15	48	17	1	5
15	48	18	1,3	12
15	48	19	1	15,5
15	48	20	0,71	11
15	48	21	1	18
15	48	22	0,78	7
15	48	23	0,92	9
15	48	24	0,53	20
15	48	25	0,39	18
15	48	26	0,7	9
15	48	27	0,53	17
15	48	28	0,35	24
0	48	1	1	18
0	48	2	0,53	22
0	48	3	0,39	10
0	48	4	0,7	15
0	64	5	0,53	14
0	64	6	0,35	29
0	64	7	0,25	23
0	64	8	0,49	15
0	64	9	0,49	23
0	64	10	0,32	14,5

“Formulación y validación de la pulpa de café ensilada con lacto fermentos, para la preparación de un complemento alimenticio para porcinos”

0	64	11	0,42	11
0	64	12	0,35	17
0	64	13	0,39	12
0	64	14	0,49	10
0	64	15	0,49	27
0	64	16	0,25	12
0	64	17	0,53	11
0	64	18	0,67	11
0	64	19	0,38	23
0	64	20	0,57	4
0	64	21	0,53	3
0	64	22	0,49	24
0	64	23	0,53	12
0	64	24	0,57	10
0	64	25	0,67	30
0	64	26	0,49	19
0	64	27	0,49	8
0	64	28	0,53	15
5	80	1	0,71	6
5	80	2	0,53	20
5	80	3	0,39	23
5	80	4	0,46	27
5	80	5	0,49	29
5	80	6	0,44	30
5	80	7	0,53	28
5	80	8	0,45	27
5	80	9	0,53	30
5	80	10	0,44	30
5	80	11	0,35	34
5	80	12	0,49	32
5	80	13	0,42	17
5	80	14	0,32	32
5	80	15	0,44	16
5	80	16	0,32	18
5	80	17	0,39	30

“Formulación y validación de la pulpa de café ensilada con lacto fermentos, para la preparación de un complemento alimenticio para porcinos”

5	80	18	0,28	53
5	80	19	0,35	17
5	80	20	0,46	8
5	80	21	0,39	18
5	80	22	0,7	26
5	80	23	0,57	28
5	80	24	0,46	14
5	80	25	0,7	20
5	80	26	0,49	29
5	80	27	0,53	10
5	80	28	0,45	27
10	80	1	0,49	13
10	80	2	0,25	33
10	80	3	0,53	41
10	80	4	0,67	16
10	80	5	0,56	25
10	80	6	0,76	17
10	80	7	0,66	33
10	80	8	0,53	17
10	80	9	0,66	38
10	96	10	0,57	33
10	96	11	0,64	17
10	96	12	8	35
10	96	13	10	8
10	96	14	19	49
10	96	15	1,5	23
10	96	16	1	37
10	96	17	0,39	40
10	96	18	0,46	27
10	96	19	0,49	25
10	96	20	0,44	38
10	96	21	0,53	36
10	96	22	0,45	29
10	96	23	0,67	41
10	96	24	0,42	2

10	96	25	0,38	22
10	96	26	0,66	20
10	96	27	0,53	25
10	96	28	0,69	34

➤ **Porcino 4**

Tipo Tratamiento (%)	Cantidad de Comida Proporcionada	Día	Cantidad de comida rechazada (Oz)	Heces secas (Oz)
0	48	1	0,24	5
0	48	2	0,23	8
0	48	3	0,28	15,6
0	48	4	0,58	11,5
0	48	5	0,23	16,5
0	48	6	0,24	5
0	48	7	0,5	6,5
0	48	8	0,21	5
0	48	9	0,35	7
0	48	10	0,28	16
0	48	11	0,42	24
0	48	12	2	13
0	48	13	0,53	11
0	48	14	0,46	17
0	48	15	0,42	9
0	48	16	0,39	6
0	48	17	0,42	18
0	48	18	0,35	10
0	48	19	0,39	9,5
0	48	20	0,39	22
0	48	21	0,42	20
0	48	22	0,28	8
0	48	23	0,42	16
0	48	24	0,56	24
0	48	25	0,48	20

“Formulación y validación de la pulpa de café ensilada con lacto fermentos, para la preparación de un complemento alimenticio para porcinos”

0	48	26	0,42	11
0	48	27	0,37	19
0	48	28	0,40	7
5	48	1	0,42	18
5	48	2	0,56	17
5	48	3	0,49	7
5	48	4	0,42	21
5	64	5	0,35	5
5	64	6	0,39	31
5	64	7	35	22
5	64	8	0,42	9
5	64	9	0,35	25
5	64	10	0,39	17
5	64	11	0,49	15
5	64	12	0,42	27
5	64	13	0,56	6
5	64	14	0,28	8
5	64	15	0,35	19
5	64	16	0,35	10
5	64	17	0,38	15
5	64	18	0,6	8
5	64	19	0,72	12
5	64	20	0,63	5
5	64	21	0,31	18
5	64	22	0,57	8
5	64	23	0,28	10
5	64	24	0,25	9
5	64	25	0,6	16
5	64	26	0,42	35
5	64	27	0,57	4
5	64	28	0,32	36
10	80	1	0,3	20
10	80	2	0,35	18
10	80	3	0,28	22
10	80	4	0,24	21

“Formulación y validación de la pulpa de café ensilada con lacto fermentos, para la preparación de un complemento alimenticio para porcinos”

10	80	5	0,32	32
10	80	6	0,32	38
10	80	7	0,35	24
10	80	8	0,38	25
10	80	9	0,28	50
10	80	10	0,25	41
10	80	11	0,32	38
10	80	12	0,39	9
10	80	13	0,32	16
10	80	14	0,37	31
10	80	15	0,28	25
10	80	16	0,25	19
10	80	17	0,35	37
10	80	18	0,32	31
10	80	19	0,37	30
10	80	20	0,32	24
10	80	21	0,39	30
10	80	22	0,28	23
10	80	23	0,25	35
10	80	24	0,25	12
10	80	25	0,38	21
10	80	26	0,32	30
10	80	27	0,29	11
10	80	28	0,28	47
15	80	1	0,35	37
15	80	2	0,35	34
15	80	3	0,38	49
15	80	4	0,6	26
15	80	5	0,43	16
15	80	6	0,38	31
15	80	7	0,4	26
15	80	8	0,34	21
15	80	9	0,4	28
15	96	10	0,53	51
15	96	11	0,49	11

15	96	12	0,65	28
15	96	13	0,84	16
15	96	14	0,53	50
15	96	15	0,25	24
15	96	16	0,53	17
15	96	17	0,28	26
15	96	18	0,24	47
15	96	19	0,32	37
15	96	20	0,32	26
15	96	21	0,35	16
15	96	22	0,38	38
15	96	23	0,32	51
15	96	24	0,44	34
15	96	25	0,36	19
15	96	26	0,53	30
15	96	27	0,83	27
15	96	28	0,44	30

Anexo 3: Datos del diseño experimental de cuadrado latino

Cerdo	Tiempo	Tratamiento	Aumento cada 28 días	Aumento diario	Rechazo oz	Consumo Oz	Heces Oz
1	1	5	28,3	1,01	68,76	1344	318
1	2	10	31,0	1,11	16,85	1728	446
1	3	15	41,0	1,46	12,70	2240	698
1	4	0	41,0	1,46	40,84	2544	714
2	1	10	27,0	0,96	38,65	1344	302
2	2	15	29,0	1,04	13,03	1728	400
2	3	0	42,0	1,50	10,34	2240	750
2	4	5	28,0	1,00	13,31	2544	824
3	1	15	30,0	1,07	42,38	1344	356
3	2	0	34,0	1,21	13,89	1728	443
3	3	5	42,0	1,50	13,08	2240	679
3	4	10	31,0	1,11	51,93	2544	774

4	1	0	36,0	1,29	12,26	1344	361
4	2	5	35,0	1,25	46,89	1728	433
4	3	10	40,0	1,43	8,80	2240	760
4	4	15	26,0	0,93	12,26	2544	846

Anexo 4: Resultados de análisis estadísticos de varianza cuadrado latino

➤ Variable Digestibilidad

Análisis de la varianza

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Digestibilidad	16	0.87	0.67	3.06

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo I)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	188.75	9	20.97	4.34	0.0440
Tiempo	172.25	3	57.42	11.88	0.0062
Cerdo	15.25	3	5.08	1.05	0.4359
Tratamiento	1.25	3	0.42	0.09	0.9650
Error	29.00	6	4.83		
Total	217.75	15			

Test:DGC Alfa=0.05 PCALT=3.6462

Error: 4.8333 g/l: 6

Tratamiento	Medias	n	E.E.
0	71.50	4	1.10 A
15	71.75	4	1.10 A
10	72.00	4	1.10 A
5	72.25	4	1.10 A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p<= 0.05)

➤ **Variable Heces**

Análisis de la varianza

Variable	N	R ²	<u>R²</u>	Aj	CV
Heces	oz 16	0.98	0.95		7.87

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo I)

F.V.	SC	<u>gl</u>	CM	F	p-valor
Modelo.	591748.50	9	65749.83	32.81	0.0002
Tiempo	584970.50	3	194990.17	97.30	<0.0001
Cerdo	6488.00	3	2162.67	1.08	0.4262
Tratamiento	290.00	3	96.67	0.05	0.9846
Error	12023.50	6	2003.92		
Total	603772.00	15			

Test:DGC Alfa=0.05 PCALT=74.2430

Error: 2003.9167 gl: 6

Tratamiento	Medias	n	E.E.	
5	563.50	4	22.38	A
0	567.00	4	22.38	A
10	570.50	4	22.38	A
15	575.00	4	22.38	A

➤ **Variable aumento de peso**

Análisis de la varianza

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
28 d aumento	16	0.88	0.69	9.58

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo I)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	444.00	9	49.33	4.70	0.0367
Tiempo	301.07	3	100.36	9.55	0.0106
Cerdo	32.07	3	10.69	1.02	0.4483
Tratamiento	110.87	3	36.96	3.52	0.0888
Error	63.03	6	10.51		
Total	507.03	15			

Test:DGC Alfa=0.05 PCALT=5.3756

Error: 10.5056 gl: 6

Tiempo	Medias	LBS	n	E.E.	
3	41.25		4	1.62	A
2	32.25		4	1.62	B
4	31.50		4	1.62	B
1	30.33		4	1.62	B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p \leq 0.05$)

➤ **Variable consumo de materia seca**

Análisis de la varianza

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Digestibilidad	16	0.79	0.47	1.01

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo I)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	22.06	9	2.45	2.50	0.1382
Tiempo	13.19	3	4.40	4.49	0.0561
Cerdo	3.69	3	1.23	1.26	0.3704
Tratamiento	5.19	3	1.73	1.77	0.2533
Error	5.88	6	0.98		
Total	27.94	15			

Test:DGC Alfa=0.05 PCALT=1.6411

Error: 0.9792 gl: 6

Tratamiento	Medias	n	E.E.	
0	99.00	4	0.49	A
15	98.75	4	0.49	A
10	98.50	4	0.49	A
5	97.50	4	0.49	A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p \leq 0.05$)

Anexo 5: Fotografías de la Investigación realizada

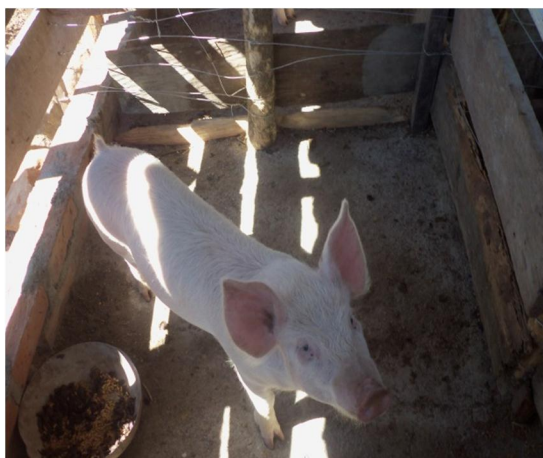


Foto1: Porcino alimentándose con ensilaje de pulpa de café y concentrado comercial, en el inicio de la etapa experimental.



Foto 2: Porcino alimentándose con ensilaje de pulpa de café y concentrado comercial, en el tercer mes de la etapa experimental.



Foto 3: Porcino alimentándose con ensilaje de pulpa de café y concentrado comercial, en la finalización de la etapa experimental.



Foto 4: Espacio físico de la ubicación de los porcinos en la fase experimental.



Foto 5: Preparación de las porciones de cada tratamiento en la alimentación de los porcinos.

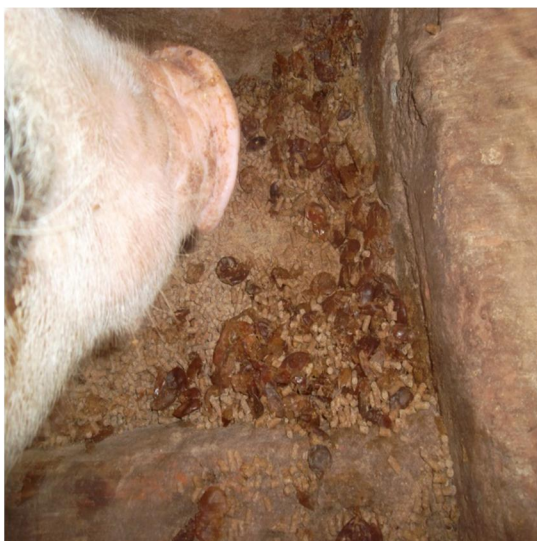


Foto 6: Alimentación proporcionada a los cerdos, ensilaje de pulpa de café con concentrado comercial.

Anexo 6. Diagrama de flujo de las etapas del proceso de ensilaje a partir de pulpa de café.

